



Utnyttjande av solvärme för att värma tappvarmvatten i projekt Betesgatan 6, Borlänge.

Fakulteten för Landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

Jonny Enberg

2010

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för Landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap, LTJ

Författare:

Jonny Enberg

Titel:

Utnyttjande av solvärme för att värma tappvarmvatten i projekt Betesgatan 6, Borlänge.

The use of solar heating for hot water production in project Betesgatan 6.

Program/utbildning:

Kandidatprogram

Kandidatexamen

Huvudområde:

Teknologi

Nyckelord (6-10 st):

Byggteknik, Solvärme, Solenergi, Tappvarmvatten, Energi, Solfångare

Handledare:

Sven Nimmermark

Examinator:

Christer Nilsson

Kurskod:

EX0528

Kurstitel:

Examensarbete inom Byggnadsvetenskap

Omfattning (hp):

15

Nivå och fördjupning:

G2E

Utgivningsort:

Alnarp

Månad, År:

06-2010

Serie:

Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten

Omslagsfoto:

SAMMANFATTNING

Med anledning av ökande energipriser och ökande krav på sänkta utsläppsnivåer av växthusgaser försöker man världen över minska användandet av fossila bränslen och öka användandet av förnybara energikällor. Solen är en av dessa energikällor. Solen som energikälla har potential att förse oss med all den energi vi förbrukar på jorden och mer där till. Syftet med denna studie var att undersöka möjligheten att utnyttja solvärme för att värma tappvarmvattnet i en fastighet tillhörande det kommunala bostadsföretaget AB Stora Tunabyggen i Borlänge. Fastigheten som byggdes under miljonprogrammet genomgår nu en större renovering och beställaren har uttryckt ett intresse för solvärme. Målet för studien var att beräkna hur stor mängd energi man kan utvinna med solfångare samt att beräkna kostnaden för en investering i solvärme. För att dimensionera solvärmeanläggningen har olika indata använts. Dessa indata är solfångarnas verkningsgrad, deras lutning, den geografiska placeringen av dem och deras orientering. Prisuppgifter har hämtats hos olika försäljare av solvärmekomponenter. För att bedöma investeringen har investeringskalkyler av olika slag gjorts där en investering i solvärme jämförs med kostnaden av att, som i dagsläget, värma allt tappvarmvatten med fjärrvärme. Resultaten visar att utnyttjandet av solenergi är möjligt och att den föreslagna investeringen var lönsam utifrån 2010 års prisnivåer.

SUMMARY

Because of rising prices on energy and demands of lower levels of greenhouse gas emissions the global ambition is to reduce the dependency on fossil fuels and increase the use of renewable energy. The sun is a great energy source which has the potential to supply our world with all the energy we need. The purpose of this work was to investigate the possibility to use solar collectors to heat the water used in a building owned by the municipal real estate company AB Stora Tunabyggen in Borlänge. The building was built during the construction intensive period in the 1960's and 1970's and is now being renovated and the owner has expressed an interest in solar heating. The aim of the work was to calculate how much energy an installation of solar collectors can produce and how big a cost an investment would be. In order to design the installation of collectors four main variables have been taken in to account. The variables are; the utilization factor of the chosen collectors, the angle in which the collectors are placed, the geographical placement of the collectors and the orientation of the collectors. Prices are collected from different solar heating traders. In order to evaluate the investment, different investment calculations have been made. The solar heating investment has also been compared to the district heating solution, currently used to heat the water in the building. The results show that the use of solar heating is possible and it is also economically sound.

FÖRORD

En kandidatexamen kan avläggas efter högskolestudier om minst 180 högskolepoäng (hp) varav minst 90 hp i ett huvudområde. En kandidatexamen ska innehålla ett större självständigtarbete om 15 hp som ska presenteras i en skriftlig rapport och på ett seminarium. Detta arbete kan t.ex. ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Arbetsinsatsen ska motsvara minst 10 veckors heltidsstudier (15 hp).

Idén till denna studie kom från Nicklas Gustavsson, projektchef på Skanska Sverige AB, som även varit handledare för arbetet.

Studien har utförts vid SLU, LBT med Sven Nimmermark som handledare.

Innehåll

1. Inledning.....	1
1.1. Bakgrund	1
1.2. Syfte.....	2
1.3. Mål.....	2
1.4. Avgränsning.....	2
2. Metod för litteraturstudie	3
3. Energi	4
3.1. Energi i Sverige	5
3.2. Energipris.....	6
4. Solenergi.....	7
4.1. Solinstrålning.....	8
4.2. Solvärme	8
4.3. Solfångare	10
4.3.1. Plan solfångare	10
4.3.2. Vakuumsolfångare.....	10
4.3.3. Jämförelse mellan plan solfångare och vakuumsolfångare.....	12
4.4. Lagring.....	12
4.5. Värmebärare	16
4.6. Expansionskärlet.....	16
4.7. Pumpen	16
4.8. Reglercentralen	16
4.9. Värmeväxlare.....	17
4.9.1. Kamflänsrör.....	17
4.9.2. Plattvärmeväxlare.....	17
4.9.3. Kapillärörsvärmeväxlare.....	17
4.10. Dimensionering.....	18
4.11. Subventioner av solvärme.....	19
4.12. Flerbostadshus på Betesgatan 6 i Borlänge	20
5. Metod	23
5.1. Solfångare.....	23
5.2. Ekonomisk Kalkyl.....	25
6. Resultat.....	26
6.1. Energiberäkningar	26
6.1.1. Alternativ 1.....	26

6.1.2. Alternativ 2.....	27
6.1.3. Alternativ 3.....	28
6.1.4. Alternativ 4.....	29
6.2. Systemutformning	31
6.3. Ekonomi.....	32
7. Diskussion	34
8. Slutsats	36
Referenser.....	37

Bilaga 1. Beräkning av energibesparing för olika valda lösningar.

Bilaga 2. SP:s definition av areor.

Bilaga 3. Energiberäkning (David Engvall, ÅF)

1. INLEDNING

I takt med att priserna på olja och el ökar, samt ett ökat intresse för alternativa och mer miljövänliga energikällor, ökar efterfrågan på förnybar energi som till exempel vattenkraft, vindkraft och solenergi. Solenergi har använts inom den svenska byggbranschen sedan 1970-talet och sedan dess har tekniken kontinuerligt utvecklats. Solfångarna tillgodogör sig mest energi under sommarhalvåret, samtidigt som det är under vinterhalvåret som det största behovet finns. Detta leder till att solen i dagsläget inte på långa vägar kan täcka vårt totala energibehov men den kan kombineras med andra energikällor som till exempel olja, pellets eller ved för att både minska belastningen på vår miljö och minska utgifterna bundna till vår energiförsörjning. Solen som energikälla är gratis och den är dessutom, över en överskådlig tid, outtömlig.

I Sverige ligger vi långt fram rent kunskapsmässigt, men trots det är vi inte särskilt goda användare av den teknik som finns tillgänglig. Det finns dock goda exempel på både småhus, flerbostadshus och andra byggnader och anläggningar där solenergi används för att tillföra värme och/eller el i vårt land.

Vårt grannland Tyskland får däremot ses som ett föredöme när det kommer till utnyttjandet av solenergi. I Tyskland är användandet av solenergi betydligt mer utbrett än här i Sverige och man har där kommit längre tekniskt och politiskt. Där finns till exempel möjligheter för producenter att sälja den el man producerar.

Sverige har, precis som andra länder i övriga världen, som mål att öka sin andel energi från förnybara källor. En av dessa energikällor bör vara solen. I solen har vi en enorm energiresurs som bör utnyttjas för att öka andelen förnybar energi. Från solenergin kan vi både utvinna el och värmeenergi, de båda kan även kombineras. I dag är det utvinnandet av solvärme som är mest ekonomiskt lönsamt. Solvärme kan användas för att värma tappvatten eller för att bidra till en byggnads uppvärmningssystem. Även kombinationer av dessa funktioner är vanliga. I Sverige har system som kombinerar husuppvärmning med värmning av tappvatten varit dominerande medan det internationellt främst byggts system för att värma tappvatten. För att öka användandet av solenergi har den svenska staten infört bidrag som man kan söka när man bygger en solvärmeanläggning. I denna rapport kommer möjligheterna att använda sig av solvärme för att värma tappvarmvatten i en flerbostadsbyggnad i Borlänge undersökas.

1.1. BAKGRUND

AB Stora Tunabyggen är ett kommunalt bostadsföretag beläget i Borlänge, Dalarna. Sedan hösten genomförs ett större ROT-projekt på Betesgatan 6 i Borlänge. Projektet genomförs som en partnering med Skanska som totalentreprenör. I detta projekt har beställaren Tunabyggen uttryckt intresse för att undersöka möjligheterna till att använda solenergi för att tillgodose en viss del av varmvattenbehovet även eventuellt delar av uppvärmningsbehovet.

1.2. SYFTE

Syftet med studien är att utifrån projektets förutsättningar hitta olika möjliga lösningar för att utnyttja solenergi för att reducera utsläppen av växthusgaser samt att minska behovet av köpt energi i driften av fastigheten. När olika alternativ har identifierats granskas en, eventuellt fler, lösningar i detalj och beräkningar av hur stora energimässiga och ekonomiska besparingar alternativet möjliggör utförs.

1.3. MÅL

Målet med studien är att ta fram ett förslag på en lösning och för denna görs en energiberäkning och en ekonomisk kalkyl för att visa på hur mycket man kan minska mängden köpt energi och ge en bild av hur mycket en sådan investering kostar beställaren.

1.4. AVGRÄNSNING

Studien fokuserar på lösningar för att tillgodose byggnaden med den energi som behövs för att värma tappvarmvatten med solpaneler (solvärme). Alternativ med solceller där el kan produceras kommer inte att undersökas. Lagring i ackumulatortank undersöks, medan säsongslagring i till exempel berg- och lerlager inte ingår i studien. Som värmebärare används vatten med fryspunktssänkande tillsats.

2. METOD FÖR LITTERATURSTUDIE

Litteraturen som används i studien har sökts i Högskolan Dalarnas bibliotek och Högskolan Dalarnas webbarkiv DALEA, där uppsatser, rapporter och avhandlingar som skrivits vid högskolan publiceras. Även andra högskolor och universitets databaser och arkiv har använts för att söka information, till exempel Chalmers Publication Library (CPL) och Lunds Universitets Publikationer (LUP). Webbsökningar med söktjänsten Google har använts.

3. ENERGI

Inte sedan oljekrisen på 1970-talet har man talat så mycket om energianvändning och kanske framförallt konsekvenserna av det. I dagsläget är det de fossila bränslena som stort dominerar när det kommer till utvinning av energi. Av världens totala årliga energiförbrukning står de fossila bränslena för ca 80 %. Användningen av fossila bränslen är fördelat på olja 33 %, kol 26 % och naturgas 21 %. Den övriga delen kommer från förnybar energi 13 % och kärnkraft 6 %. När det kommer till de negativa effekterna på miljön som till exempel utsläpp av växthusgaser, vilka bidrar till den globala uppvärmningen och försurning är det främst de fossila bränslena som står för dessa effekter (www.energikunskap.se, 2010-04-02).

Problemet med det kraftiga beroendet av just fossila bränslen är inte bara dåligt för vår miljö och vårt klimat. Dessa resurser är ändliga vilket innebär att vi inte kommer att kunna förbruka dem, i samma takt som i dag, särskilt länge till, och med tanke på utvecklingen i länder som Kina och Indien spås behovet snarast öka. Enligt vissa experter kommer de lager av olja som vi i dag känner till räcka i ca 30 år. Ca 70 år kommer naturgasen räcka och kollagren beräknas räcka mellan 250 och 300 år (Block och Bokalders, 2004).

Denna kommande brist kommer med största sannolikhet att leda till kraftiga prisökningar, vilket kan komma att bromsa utvecklingen globalt och ytterligare snedfördela världens resurser och rikedomar.

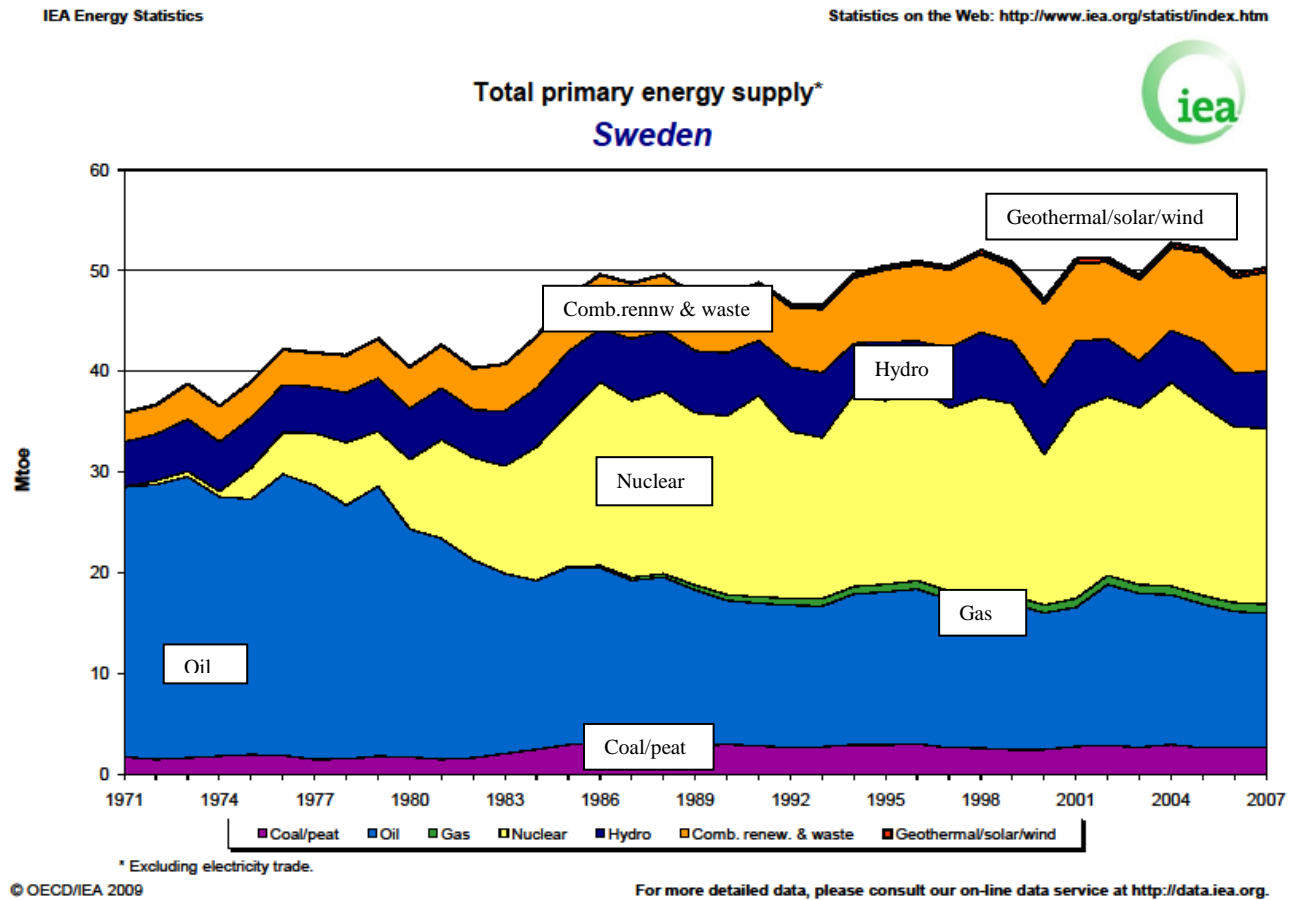
För att minska beroendet av fossila bränslen och de utsläpp som är starkt förknippade med användandet av dessa har världens länder jobbat fram ett flertal överenskommelser och avtal med förpliktelser och mål man anser vara nödvändigt för att inte klimat situationen ska bli ohållbar på vår planet. Inom organisationer som till exempel EU och FN förs kontinuerligt samtal om hur man ska kunna bromsa och på sikt vända den negativa påverkan vi människor har på miljön. Kyotoprotokollet från 1997 är ett av de kändaste avtalen som tagits fram för att minska klimatpåverkan. Protokollet har som mål att bland annat minska utsläppen av följande ämnen:

- koldioxid (CO₂)
- metan (CH₄)
- lustgas (N₂O)
- flourkolväten (HCF)
- perflour-väten (PFC)
- svavelhexaflourid (SF₆)

I dag har 182 länder skrivit på Kyotoprotokollet.

Ett viktigt steg för att möjliggöra minskat användande av fossila bränslen är satsningar på förnybara energikällor som inte medför utsläpp av växthusgaser, till exempel vindkraft, vattenkraft och solenergi (www.energikunskap.se, 2010-04-02).

3.1. ENERGI I SVERIGE



Figur 1. Sveriges energiförbrukning (Mega tonne oil equivalent, Mtoe) fördelat på olika energikällor enligt IEA (www.iea.org, 2010-05-02).

3.2. ENERGIPRIS

Förändringen av energipriset i Sverige enligt ekonomifakta.se framgår av tabell 1.

Tabell 1. Energipriser öre/kWh, inklusive skatt
(www.ekonomifakta.se, 2010-05-07).

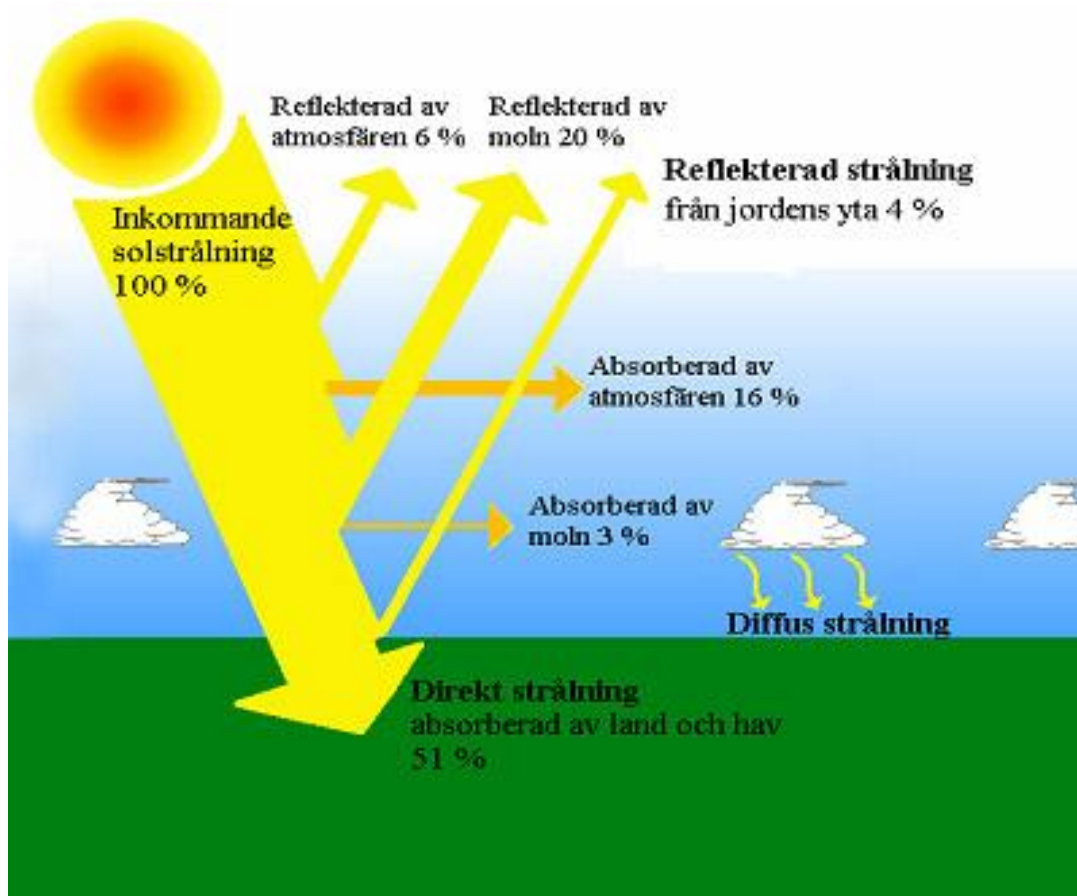
Löpande kommersiella energipriser			
År	Elvärme, villa	Fjärrvärme	Kol
1986	36,3	24,5	7,1
1987	36,9	26,1	7,8
1988	35,2	25,9	8,2
1989	39,1	29,5	9,5
1990	47,8	41,1	10,0
1991	54,1	41,1	18,0
1992	56,4	40,2	17,3
1993	60,0	39,9	20,1
1994	60,7	40,5	20,4
1995	62,1	41,1	20,9
1996	67,3	41,7	22,0
1997	72,2	42,6	22,9
1998	75,2	42,9	23,2
1999	72,7	44,0	22,5
2000	73,5	43,9	23,0
2001	76,8	48,4	29,4
2002	88,9	51,9	32,0
2003	113,8	55,1	36,0
2004	121,5	59,1	41,6
2005	109,9	60,4	43,1
2006	122,0	61,4	43,7
2007	144,4	62,3	44,5
2008	140,6	64,8	55,6

Priset för fjärrvärme ökade mellan 1986 och 2008 med 164,5 %. Det är en ökning på ca 4,5 % per år.

4. SOLENERGI

Den mängd solenergi som varje år träffar jorden är ca 15 000 gånger större än det totala årliga behovet av energi (Block och Bokalders, 2004).

I solen pågår olika typer av kärnprocesser, bland annat fusionsprocesser mellan olika grundämnen som till exempel väte och helium. Detta skapar stora energimängder som utsänds i form av strålning. Den totala effekt solen utstrålar är ca $3,8 \times 10^{26}$ W (Block och Bokalders, 2004). Av denna effekt når ca $1,7 \times 10^{17}$ W vår planet, och på grund av bland annat reflektion och absorption i atmosfären och molnen är den totala effekt som når marken ca $1,0 \times 10^{17}$ W. Detta motsvarar som ovan nämnts ungefär jordens totala energiförbrukning multiplicerat med 15 000.



Figur 2. Fördelning av solstrålning i atmosfären (www.solportalen.fi, 2010-04-02).

Solinstrålningen mot jorden är mer eller mindre konstant men den effekt som träffar olika delar av vår planet varierar mellan olika platser och även på samma plats finns variationer beroende av årstid, vind, temperatur och mängden moln. Som bekant roterar jorden runt solen samt runt sin egen axel och det ger upphov till variationer i till exempel antal soltimmar och temperatur. I Sverige till exempel finns ganska stora variationer i antal soltimmar på olika orter, vilket gör att vissa orter lämpar sig bättre för utnyttjande av solenergi. I Sverige har vi även tydliga årstider och under sommaren kan man med goda resultat använda sig av

solenergi för att till exempel värma upp tappvatten till en bostad, medan möjligheterna att göra detta under vintern är klart begränsade (Peterson och Wettermark, 1978).

4.1. SOLINSTRÅLNING

Den totala mängden solinstrålning som når jorden kallas globalstrålning. Det inkluderar både det direkta solljuset och det diffusa solljuset. Det diffusa solljuset, som figur 2 visar, är det solljus som når jorden via reflektion genom molnen och det direkta solljuset är det solljus som når jorden direkt under molnfria förhållanden. Det är globalstrålningen, den totala mängden solljus, som är av intresse för solvärmeanläggningar (Svenska Solgruppen, 1998).

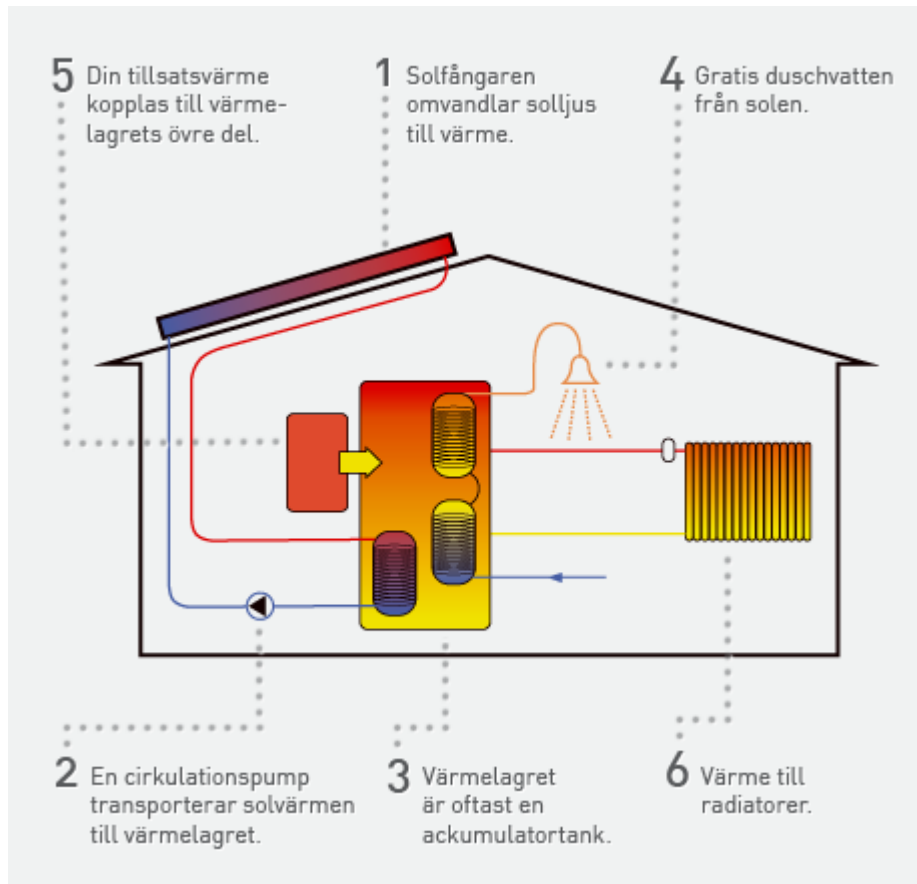
Tabell 2. Solinstrålning, globalstrålning, i kWh/ m² vid 45° lutning i söderriktning (Svenska Solgruppen, 1998).

Månad	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Ort												
Kiruna	-	-	105	143	163	153	143	112	76	48	-	-
Luleå	-	51	97	135	162	170	163	127	81	48	26	-
Umeå	25	55	102	135	164	177	171	136	90	56	29	-
Östersund	28	60	112	142	164	169	161	132	85	52	28	-
Borlänge	30	58	97	125	163	162	168	137	91	55	25	17
Uppsala	25	50	95	123	163	169	161	137	93	58	27	17
Karlstad	28	56	103	132	168	178	175	147	102	59	29	20
Stockholm	26	48	92	128	168	171	163	140	98	61	29	19
Norrköping	28	51	92	125	163	167	166	143	98	62	28	19
Göteborg	24	43	86	124	158	164	165	144	97	61	27	16
Visby	26	49	102	139	182	187	176	153	107	69	29	18
Växjö	24	43	79	121	150	152	154	136	90	59	24	16
Lund	27	38	83	126	158	159	161	145	97	66	30	20

4.2. SOLVÄRME

Solvärmeteknik bygger på att man utnyttjar solinstrålningen för att värma en värmebärare, oftast vatten med en fryspunktssänkande tillsats (Svenska Solgruppen, 1998). Solstrålningen värmer upp solfångaren som kylls av vattnet (värmebäraren) som värms upp och sedan används det varma vattnet för att värma upp till exempel tappvarmvattnet i en bostad. Solvärme används även i så kallade kombisystem. I kombisystem används det värmda värmebäraren för att värma upp tappvarmvatten men det används även för att värma det vatten som cirkulerar i byggnadens uppvärmningssystem. Det kan till exempel vara ett radiatorsystem eller ett system av golvslingor. Solvärmen är inte stor nog året runt för att kunna tillgodose en byggnads hela energibehov och därför används solvärme oftast som komplement till andra former av uppvärmningssystem så som pelletsbrännare, oljepanna, värmepump, fjärrvärme eller elpatron (www.energimyndigheten.se, 2010-04-02).

De grundläggande delarna i ett solvärmesystem är solfångare, pump- och reglerenhet, värmeväxlare, värmebärare, expansionskärl och värmelager. Principiell uppbyggnad av ett kombisystem visas i figur 3.



Figur 3. Systemuppbyggnad för ett kombisystem ((www.aquasol.se, 2010-04-19).

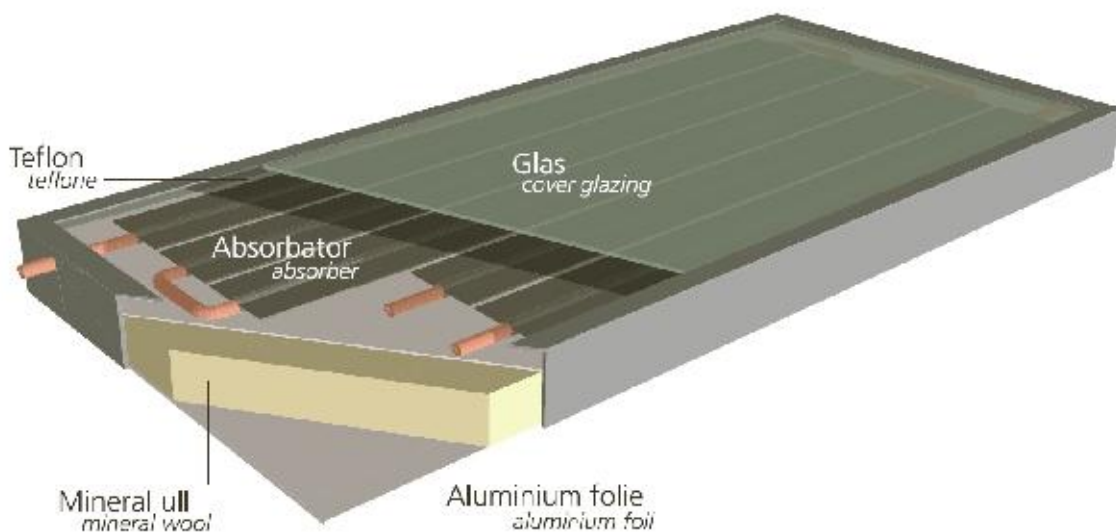
1. Solfångaren fungerar året om när det är ljus ute. På sommaren ger den energi även när det är mulet eftersom det är själva dagsljuset som ger energin. Solljuset passerar genom glaset (som är ett skyddande skikt och förhindrar värmeavgivning) och träffar absorbatormattan, som omvandlar solljuset till värme. Absorbatormattan i solfångaren består av kopparplåt med ultraljudsvetsat, heldraget kopparrör. I kopparröret cirkulerar en värmebärare, oftast vatten och glykol.
2. En cirkulationspump ser till att värmebäraren cirkulerar mellan solfångaren och värmelaget, i det här fallet en ackumulatortank.
3. Ackumulatortanken ska ses som ett värmelager där mera värme kan lagras längre än t ex i en vanlig panna eller varmvattenberedare. Värmen från solfångaren avges via en värmeväxlare (som kan köpas som tillbehör till befintlig acktank).
4. Tappvarmvattnet värms upp i två värmeväxlare eller en utvändig plattvärmväxlare.
5. Ditt redan befintliga värmesystem som t ex el-, olje- eller vedeldad panna kan kopplas till ackumulatortanken och samverkar på så sätt med solvärmen och ger tillskottsvärme när solljuset inte räcker till. Med elpatroner fungerar ackumulatortanken som en elpanna.
6. Från ackumulatortanken hämtar dina radiatorer den mängd varmvatten som behövs för att värma upp huset. När inte solen räcker till under senhösten och vintern så hjälper ditt ordinarie värmesystem till med resten av energin.

4.3. SOLFÅNGARE

För att omvandla solenergi till värme finns flera olika tekniker. Man kan dela in solfångare i tre olika grupper, plan solfångare, vakuumrörsolfångare och koncentrerande solfångare (Lundgren och Wallin, 2003). Plana solfångare är den vanligaste typen av solfångare. Vakuumrören är kända för sin höga effektivitet. Den minst vanligt förekommande typen av solfångare är den koncentrerande. De utförs ofta med parabolform och fungerar så att de, genom att tillverkas i aluminium eller av speglar, samlar/koncentrerar solstrålarna på en mindre yta och på så sätt får en högre temperatur.

4.3.1. Plan solfångare

En plan solfångare är ofta utformad som en sluten låda med en bottenplatta av aluminium, masonit eller något annat skivmaterial (Andrén, 2007). Ovan på denna botten läggs isolering, diffusions- och dammspärre samt absorbatör. I absorbatören omvandlas solinstrålningen till värme. Absorbatören tillverkas vanligtvis i koppar eller aluminium, alternativt med en kombination av materialen. Absorbatören utgörs av en absorbatörplåt och rör genom vilka värmebäraren strömmar. Absorbatörens ytskikt bör ha så hög absorptionsförmåga som möjligt, för att ta till vara på solstrålningens värme, och låg emittans av värmestrålning, det vill säga så liten förlust/avgång av värme som möjligt. Detta kallar man ett selektivt ytskikt. Absorbatören täcks av ett vindskyddande material, vanligtvis härdat glas. Solfångaren fästs i en ram som placeras till exempel på en byggnads tak eller fasad.



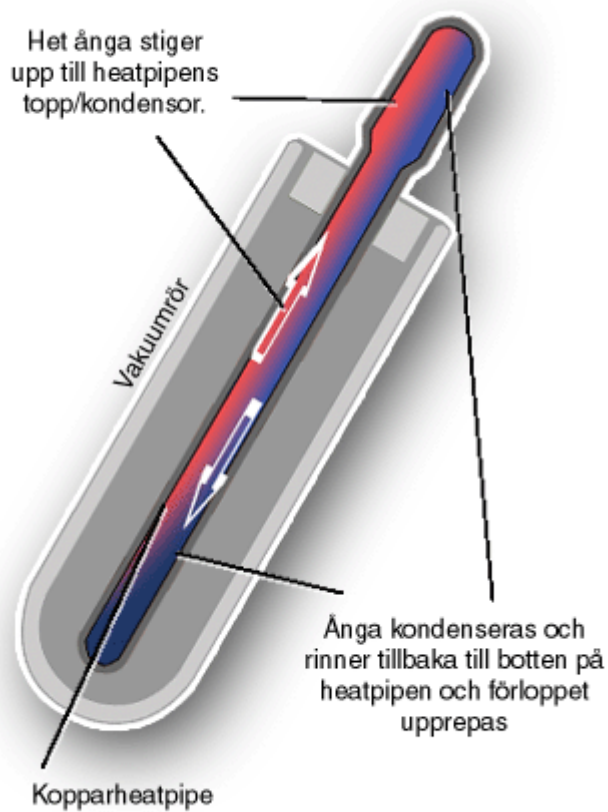
Figur 4. Uppbyggnad av en plan solfångare (www.solarregion.se, 2010-04-23).

4.3.2. Vakuumrörsolfångare

Vakuumrörsolfångare utformas antingen som enkel- eller dubbelmantlade glaströr. Gemensamt för de båda typerna är att absorbatören är placerad i vakuum, som fungerar som isolering. I de vakuumrörsolfångare som är av typen dubbelglas finns ett lager vakuum mellan glasskikten och funktionen kan liknas vid en termosflaska. För vakuumrörsolfångare finns två

olika former av värmeöverföring (Andrén, 2007). Den ena formen av värmeöverföring kallas för heatpipe och är en så kallad torr värmeöverföring. Torr värmeöverföring innebär att vätskan i vakuumröret inte är i kontakt med solkretsens värmebärare. Den andra formen av värmeöverföring kallas u-tube och det är en våt värmeöverföring, vilket innebär att värmebäraren förs genom vakuumröret och dess absorbator.

I vakuumsolfångare utformade som heatpipes sker värmeöverföringen, likt i en värmepump, genom att en värmebärare förångas och kondenserar (Andrén, 2007). I heatpipes är absorbatoren och värmebäraren, det vill säga vätskan som transporterar värmen vidare, inte i direkt kontakt med varandra. Absorbatoren är placerad i ett slutet rör, i vilket ett medium självcirkulerar genom förångning och kondensation. När värme upptas sker en förångning av mediet och det stiger till rörets topp, där det kondenserar mot en metallplatta som tar upp den energi som frigörs vid kondensationen. Från metallplattan leds värmeenergin till ett värmelager. Vid kondensationen rinner mediet tillbaks ner till rörets botten och sen upprepas processen.



Figur 5. Vakuumsolfångare av typ heatpipe (Sol & Energiteknik SE AB).

Vakuumrörsolfångare utformade som u-tubes påminner mer om plana solfångarna när det kommer till värmeöverföring (Andrén, 2007). Här, som hos plana solfångare, står absorbatoren i direkt kontakt med värmebäraren. Värmebäraren går igenom absorbatoren till ett värmelager.

4.3.3. Jämförelse mellan plan solfångare och vakuumsolfångare

Generellt sett så anses vakuumrörsolfångare vara mer effektiva än plana solfångare. Enligt Kovacs och Petterson (2002) anger energideklarationer av solfångare att vakuumrörsolfångare är ca 55 % effektivare, sett till tillgodogjord energi per kvadratmeter (kWh/m^2), med en spridning på plus eller minus 10 % beroende på variationer i drift. Skillnaderna kommer främst av att vakuumrörsolfångare är väldigt välisolerade och därmed har mycket små värme förluster. Det faktum att de är bättre isolerade än plana solfångare är även en nackdel i vissa fall. Tester har visat att snö och frost snabbare försvinner från plana solfångare som har större värmeförluster. Detta kan vara viktigt att tänka på när man planerar att använda sig av solfångare på platser där det är vanligt med stora mängder frost och snö. Om man utformar ett solvärmesystem på ett mindre genomtänkt sätt kan de annars mer effektiva vakuumrörsolfångarna bli en sämre investering än kalkylerat (Kovacs och Petterson, 2002).

4.4. LAGRING

Akkumulatortanken är värmesystemets lager. Här ska värme kunna lagras för senare behov. Tumregeln är att ungefär två till tre dagars varmvattenförbrukning ska kunna lagras (Svenska Solgruppen, 1998). Exempel på hur en akkumulatortank kan utformas framgår av figur 6. En viktig egenskap hos tanken är att vattnet i den ska bli tydligt skiktat för att systemet ska vara så effektivt som möjligt. Varmt vatten är lättare än kallt vatten och kommer därför att söka sig uppåt i tanken. Detta ger upphov till en naturlig skiktning av vattnet. För att inte störa denna och därmed försämra funktionen hos värmesystemet ska skiktningen beaktas när man laddar in och ur värme. Om värme ska laddas in från en vedpanna, som är en energikälla med hög temperatur, bör det göras i toppen av tanken. Ska värme laddas in från en energikälla som jobbar med lägre temperaturer, som till exempel solvärme, bör det göras längre ner i tanken. Samma princip gäller när värme laddas ur. Tappvarmvatten som har hög temperatur tas från toppen av tanken medan värme till bland annat golvvärme, som har en lägre temperatur, tas längre ner i tanken (Svenska Solgruppen, 1998).



Figur 6. Akkumulatortank med kamflänsrör. (www.effecta.se, 2010-05-04).

Mellan åren 1995 och 1996 genomfördes tester av hur valet av ackumulatortank påverkade soltäckningsgraden, det vill säga hur mycket av den totala solinstrålningen som kunde tas till vara på beroende på hur ackumulatortanken utformades. Testerna, som finansierades av Bygghälsningsrådet och Konsumentverket, utfördes på Centrum för Solenergiforskning (SERC) på Högskolan Dalarna i Borlänge.

Mätningarna gjordes på en 750-literstank som värmdes av en simulerad solfångare, av märket LESOL, på 10m². Mätningarna gjordes under sex dagar med varierande solinstrålning.

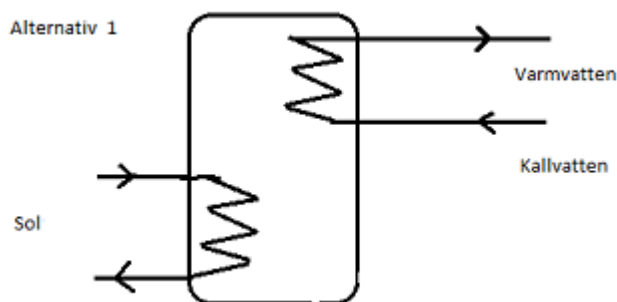
En elpatron användes för att tillföra resterande energimängd så att önskad mängd varmvatten alltid var tillgänglig. Dygnsbelastningen låg på 13 kWh, vilket ungefär motsvarar varmvattenförbrukningen för ett hushåll på 4-6 personer.

Testerna visade att utformningen av systemet med ackumulatortank hade stor inverkan på hur stor del av solinstrålningen som kunde tas till vara på (Svenska Solgruppen, 1998).

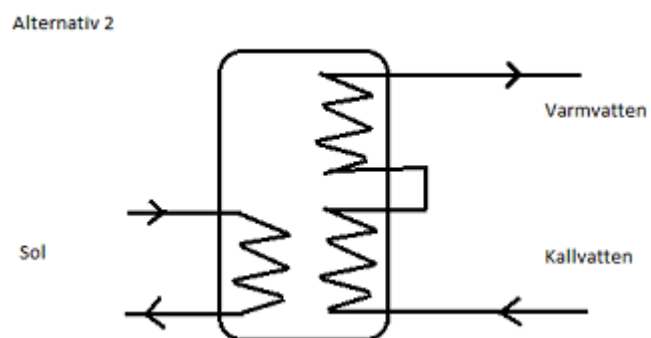
Tabell 3. Olika utföranden av ackumulatortankar och dess soltäckningsgrad under sommarmånaderna (Svenska Solgruppen, 1998).

Alternativ	Tankutföranden i testen	Soltäckningsgrad
1	<ul style="list-style-type: none"> Soltank med ett inbyggt kamflänsrör 28 mm (9,5 m) för solvärme samt en varmvattenslinga 22 mm (11 m) för tappvarmvatten. 	52 %
2	<ul style="list-style-type: none"> Soltank med inbyggt kamflänsrör 28 mm (9,5 m) för solvärme samt två varmvattenslingor 22 mm (11 m) för tappvarmvatten. 	69 %
3	<ul style="list-style-type: none"> Soltank med inbyggt kamflänsrör 22 mm (15 m) för solvärme samt två varmvattenslingor 22 mm (11 m) för tappvarmvatten. 	72 %
4	<ul style="list-style-type: none"> Soltank med yttre plattvärmeväxlare med termisk fördelningsventil samt inbyggd förrådsberedare 120liter för tappvarmvatten. 	72 %
5	<ul style="list-style-type: none"> Soltank med inbyggt kamflänsrör 28 mm (9,5 m) samt yttre plattvärmeväxlare (tappvattenautomat). 	86 %
6	<ul style="list-style-type: none"> Soltank med inbyggd kapillärrörsvärmeväxlare med klafffördelningsrör samt yttre plattvärmeväxlare (tappvattenautomat). 	93 %

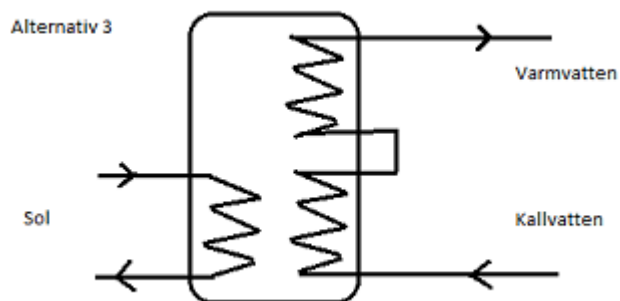
Nedan finns bilder, figur 7-12, som illustrerar de olika utformningarna.



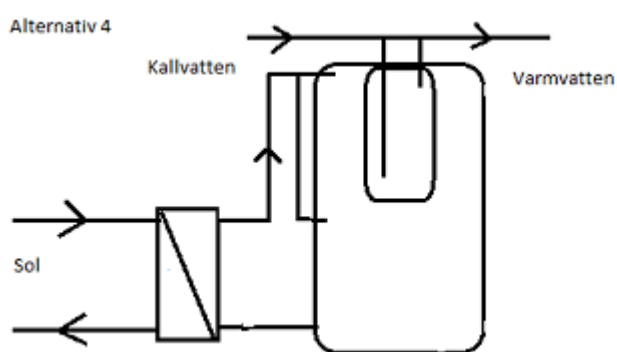
Figur 7. Ackumulatortank utformningsalternativ 1.



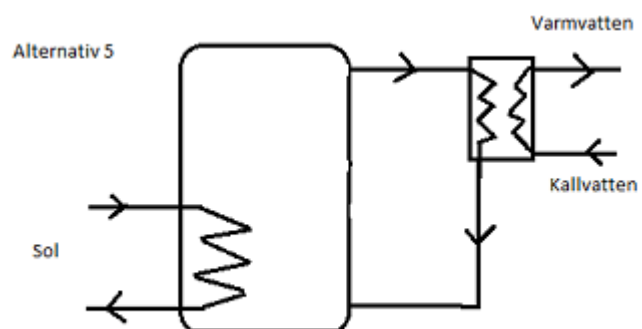
Figur 8. Ackumulatortank utformningsalternativ 2.



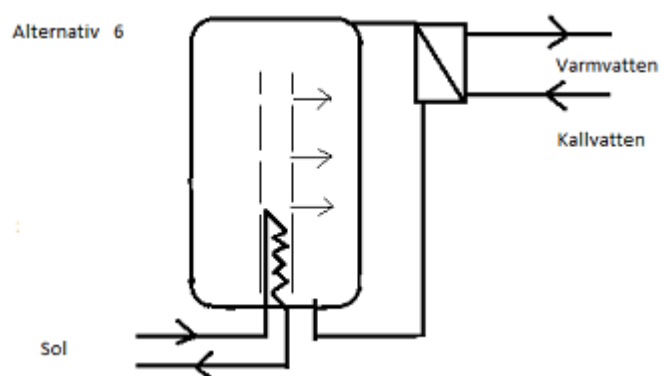
Figur 9. Ackumulatortank utformningsalternativ 3.



Figur 10. Ackumulatortank utformningsalternativ 4.



Figur 11. Ackumulatortank utformningsalternativ 5.



Figur 12. Ackumulatortank utformningsalternativ 6.

4.5. VÄRMEBÄRARE

Enligt Svenska Solgruppen (1998) är den i dag vanligaste värmebäraren vatten i kombination med någon form av frysskydd, som till exempel glykol. Tidigare var olja vanligt förekommande. Värmebärarens uppgift är att ta upp värme i solfångaren, samtidigt som den kyler absorbatoren, och sedan transportera värme till systemets lager. Enligt Svenska Solgruppen (1998) är tre viktigaste kraven man ska ställa på en värmebärare:

- Att dess kokpunkt måste överstiga stagnationstemperaturen, den temperatur vid vilken värmeläckaget är lika stort som instrålningen. (ca 160°C).
- Att vätskan klarar temperaturer ner till -30°C utan att frysa.
- Att vätskans egenskaper och kemiska sammansättning ska bibehållas vid hög drifttemperatur

4.6. EXPANSIONSKÄRLET

Expansionskärlet har enligt Svenska Solgruppen (1998) tre huvudfunktioner:

- Att hålla den värmebärande vätskans kokpunkt så hög att den inte kokar.
- Att se till att de gaser som frigörs under drift avskiljs.
- Att ta upp de volymändringar som vätskan utsätts för vid olika temperaturer.

4.7. PUMPEN

Pumpen eller pumparna och tillhörande styrning och reglering ska enligt Svenska Solgruppen (1998) främst klara följande uppgifter:

- Att se till att värmebäraren cirkulerar i systemet.
- Att möjliggöra avtappning och påfyllning av värmebärande vätska.
- Att förhindra oönskad själv-cirkulation.
- Att filtrera värmebäraren.
- Att bidra till att övervaka driften

4.8. REGLERCENTRALEN

Reglercentralen är solvärmesystemets ”hjärna”. Det är reglercentralen som styr pumparna och avgör när solfångaren är varm nog för att tillföra energi till värmelagret (Svenska Solgruppen, 1998). När solfångaren har en högre temperatur än vattnet som finns i värmelagret kommer pumparna att starta och cirkulationen börjar. För att detta ska vara möjligt finns reglerutrustning placerad i systemets olika delar. Ofta finns en temperaturmätare i solfångarens varmaste del och en i värmelagrets varmaste del, där värmeväxlaren är placerad.

Det är mycket viktigt att reglerutrustningen placeras på ett korrekt sätt för att systemet ska fungera optimalt.

4.9. VÄRMEVÄXLARE

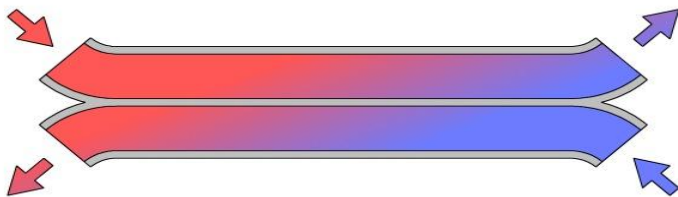
Värmeväxlaren är den del i ackumulatorsystemet som överför värmen från solfångaren till värmelagret, som till exempel kan vara en ackumulatortank. Det finns olika typer av värmeväxlare, bland annat kamflänsrörvärmeväxlare, plattvärmeväxlare och kapillärrörsvärmeväxlare.

4.9.1. Kamflänsrör

Kamflänsrör är rör av koppar, med flänsar placerade på utsidan. Rören lindas till spiraler och monteras inuti ackumulatortankens. Kamflänsrör används både för att överföra värme från solfångaren till tanken (solslingan) och för att överföra värme från tanken till varmvattnet (varmvattenslingan). Värmebäraren i solslingan pumpas runt med hjälp av pump medan vattnet i varmvattenslingan drivs av trycket i vattenledningen (Svenska Solgruppen, 1998). Se figur 6.

4.9.2. Plattvärmeväxlare

En plattvärmeväxlare består av plattor i till exempel rostfritt stål (Svenska Solgruppen, 1998). På den ena sidan av plattorna flödar det kalla vattnet, på den andra sidan det varma och på så sätt sker värmeöverföringen. Funktionen är lik den hos kamflänsröret men en plattvärmeväxlare placeras utanför ackumulatortanken.



Figur 13. Plattvärmeväxlare av motflödestyp (www.wikipedia.org, 2010-05-04).

4.9.3. Kapillärrörsvärmeväxlare

En kapillärrörsvärmeväxlare används endast i solslingan (Svenska Solgruppen, 1998). Den består av flertalet parallella små kopparrör formade till en spiral. Spiralen monteras centralt i tanken, inne i ett klafffördelningsrör (stigarrör). Klafffördelningsröret bidrar till att skikta vattnet i tanken. Se figur 12.

4.10. DIMENSIONERING

Sveriges Tekniska Forskningsinstitut (SP) testar med jämna mellanrum solfångare. Testerna av de olika solfångarna görs under samma omständigheter för att få rättvisa och jämförbara resultat. Testorten är Stockholm och man räknar där med en årlig solinstrålning som motsvarar 1156 kWh/m^2 . Alla solfångare testas i rak sydlig riktning med en lutning på 45° från horisontalplanet. Testerna görs med tre olika arbetstemperaturer, 25°C , 50°C och 75°C . Under testet mäts hur många kWh/m^2 solfångaren levererar under ett år, det så kallade årsutbytet. När man har mätt årsutbytet kan man räkna fram verkningsgraden hos solfångaren genom att jämföra hur mycket av de möjliga 1156 kWh/m^2 som solfångaren lyckats ta till vara på (SP, 2010).

Verkningsgraden är lika med årsutbytet dividerat med solinstrålningen per år. Riktvärden för verkningsgraden hos olika solfångare är enligt Energicentrum (www.vaxjo.se, 2010-04-21).

- Plansolfångare ca 40 %
- Vakuumsolfångare ca 60 %

Eftersom alla solfångare testas i 45° lutning och i rak sydlig riktning måste man kompensera för eventuella avvikelser från dessa. Omräkningsfaktorer finns för att räkna fram hur verkningsgraden påverkas av att lutning och/eller riktning förändras från det värde som används i testen som SP gör, se tabell 4. Man måste dessutom veta hur solinstrålningen ser ut på den plats där man planerar bygga sin anläggning. Solinstrålningen varierar och det har en betydande inverkan på anläggningens storlek (Kovacs och Petterson, 2002).

Tabell 4. Omräkningsfaktor för verkningsgraden (Andrén, 2007)

Taklutning	15°	30°	45°	65°
Riktning				
Söder	0,91	0,99	1	0,96
Sydväst/Sydost	0,87	0,92	0,93	0,89
Väst/Ost	0,79	0,78	0,75	0,69

Gällande dimensionering av storlek på en solvärmeanläggning finns schablonvärden för hur stor area solfångare man behöver per person eller lägenhet (Byggforskningsrådet, 1993), se tabell 5. Det finns även schablonvärden för hur stor mängd värmebärande vätska man behöver per kvadratmeter solfångararea eller lägenhet.

Tabell 5. Schablonvärden för dimensionering. (Byggforskningsrådet, 1993)

	Enbart varmvatten	Kombisystem
Solfångararea		
Per person	1-2 m ²	2-3 m ²
Per lgh i flerbostadshus	3-4 m ²	5-8 m ²
Per småhus	5-8 m ²	10-12 m ²
Akkumulatortank		
Per m ² solfångare	Ca 75 liter	75 liter
Per lgh i flerbostadshus	200-300 liter	300-500 liter
Per småhus	300-500 liter	750-1000 liter

För att inte riskera överhettning och stagnation i anläggningen brukar den dimensioneras för att täcka energibehovet till maximalt 100 % under den sommarmånad som kräver minst mängd energi (Svenska Solgruppen, 1998).

Stagnation är ett uttryck som används för att beskriva det som händer när solfångaren utsätts för full instrålning samtidigt som värmetransporten från den är obefintlig, till exempel på grund av att värmelagret inte kan lagra mer energi. Vid stagnation ökar temperaturen tills värmeläckaget är lika stort som instrålningen.

Om möjligheten finns att koppla upp sig på ett fjärrvärmenät och föra in överskottsenergin i fjärrvärmesystemet behöver systemet inte dimensioneras utifrån byggnadens behov. På detta sätt kan i vissa fall den energi man för in i fjärrvärmesystem tillgodoräknas hos leverantören och utnyttjas under de perioderna den egna solvärmeanläggningen inte klarar att producera tillräckligt med energi för att täcka byggnadens behov. Detta kräver dock att energileverantören erbjuder den möjligheten (www.fastighetsägarna.se, 2010-04-22).

4.11. SUBVENTIONER AV SOLVÄRME

För att uppmuntra till investeringar i den förnybara solenergin har svenska staten bestämt sig för att under en viss tidsperiod dela ut investeringsstöd till både företag och privatpersoner som väljer att satsa på solvärme. Stödet gäller de flesta användningsområdena som till exempel bostadshus, badanläggningar, campinganläggningar och industriella verksamheter. Storleken på stödet beräknas enligt följande formel:

Solfångarmodulens årliga värmeutbyte i kWh x antal moduler x 2,5 kr.

Det innebär att stödet i praktiken blir 2,5 kr/ kWh/ år. Stödet ges dock högst upp till 7500 kr per lägenhet i småhus och maximalt upp till 3 miljoner kr för varje projekt. Som företag ska man ansöka om stödet innan projektet påbörjas medan privatpersoner har upp till 6 månader efter projektstart på sig. När stödet ska sökas är första steget att lämna in en ansökan till det berörda länets länsstyrelse. Därefter kommer länsstyrelsen att ta ett beslut om huruvida stöd kommer ges eller inte. Om stödet godkänns kommer detta att meddelas av länsstyrelsen och samtidigt erhålls en blankett för begäran om utbetalning av stödet. Utbetalningsblanketten skickas in till länsstyrelsen, senast 6 månader efter det att sluttiden för projektets färdigställande passerats. Stödet kommer, i den form det har idag, att finnas kvar till 1 januari 2011 (Boverket, 2009).

För att få stödet, som söks hos Länsstyrelsen, krävs att man uppfyller ett antal krav, bland annat att:

- ”• *Installationsarbetena har påbörjats tidigast den 1 januari 2009.*
- *Solvärmeanordningen är glasad och har vätska som värmebärare.*
- *Solfångaren uppfyller vissa kvalitetskrav.*
- *Solfångarens årliga värmeutbyte är beräknat på visst sätt.*”

Kravet på beräknat värmeutbyte uppfylls om solfångarens årliga värmeutbyte är beräknat enligt 5 § i Boverkets föreskrifter, BFS 2009:2.
(Se bilaga).

”Kvalitetskravet är uppfyllt om:

- *solfångaren är certifierad enligt Solar Keymark och*
- *ett ackrediterat provningslaboratorium har beräknat det årliga värmeutbytet enligt 5 § i Boverkets föreskrifter, BFS 2009:2.*

Kvalitetskraven är också uppfyllda om:

- *solfångaren är certifierad av ett certifieringsorgan för produkter, som visar att solfångaren, utan att vara märkt med Solar Keymark, uppfyller de tekniska kraven för Solar Keymark och*
 - *ett ackrediterat provningslaboratorium har beräknat det årliga värmeutbytet enligt 5 § i Boverkets föreskrifter, BFS 2009:2 och ett certifieringsorgan har kontrollerat beräkningen.*
- Under perioden den 1 januari 2009 till den 1 januari 2011 är kvalitetskraven också uppfyllda om:*
- *solfångaren uppfyller kraven i den inledande kontrollen för P-märkning enligt SP Sveriges Tekniska Forskningsinstituts, bestämmelser och*
 - *har ett årligt värmeutbyte beräknat antingen enligt 4 § i Boverkets föreskrifter, BFS 2000:16, eller enligt 5 § i Boverkets föreskrifter, BFS 2009:2” (Boverket, 2009).*

4.12. FLERBOSTADSHUS PÅ BETESGATAN 6 I BORLÄNGE

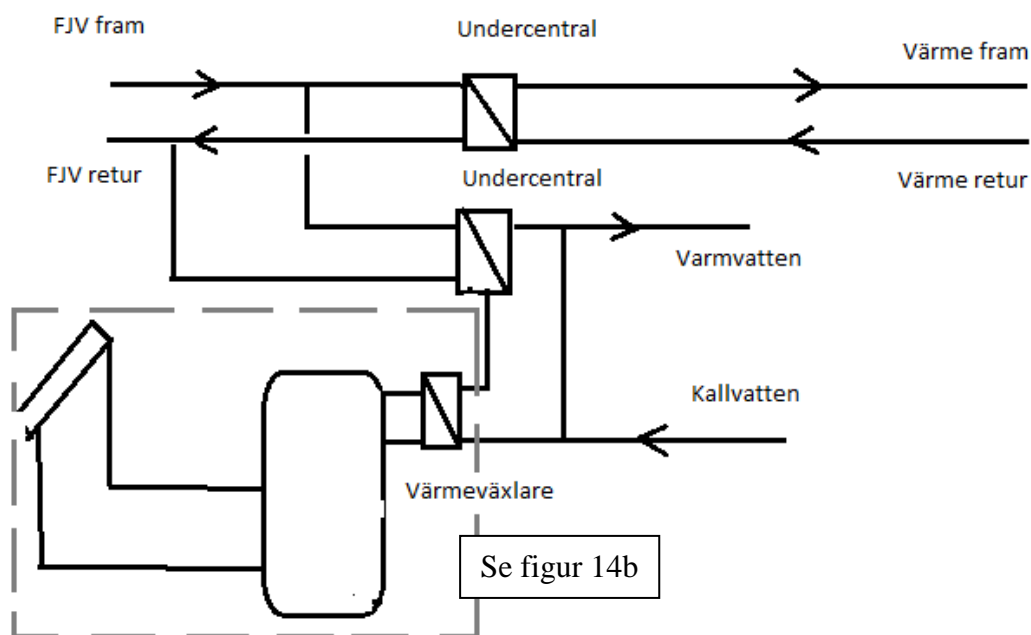
Projektet på Betesgatan i Borlänge är uppdelat i fem etapper Betesgatan 10, 8, 6, 4 och 2. Varje etapp består av ett flerbostadshus på fyra våningar byggda mellan 1965 och 1970. Fastighetsbolaget AB Stora Tunabyggen är ägare till de fem byggnaderna och beställare i projektet. Av de fem etapperna är de två första avklarade och den tredje, som just nu pågår, planeras vara klar i mars 2011. Samtliga etapper har haft Skanska Sverige AB som totalentreprenör. Efter färdigställandet av pågående etapp ska de övriga två etapperna genomföras, men de är ännu inte upphandlade (i maj 2009).

Projektet är ett ROT-projekt, där byggnaderna totalrenoveras och man bygger dessutom på en femte våning.

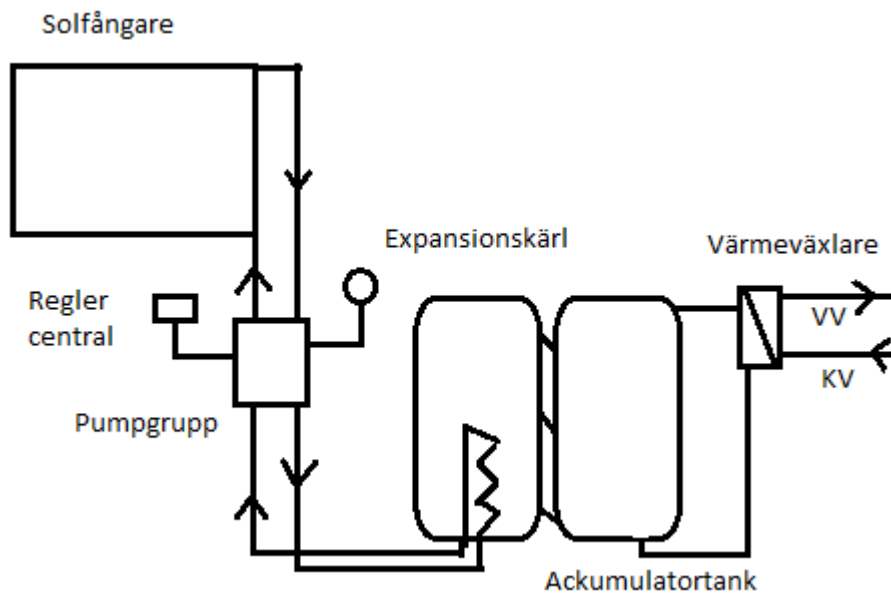
Samtliga fem byggnader är anslutna till Borlänge Energis fjärrvärmenät. Därför föreslås systemlösning för varmvattenuppvärmning enligt figur 15a och 15b.

Fjärrvärmen leds fram till två undercentraler, varav den ena är kopplad till uppvärmningssystemet och den andra placeras efter ackumulatortanken. Då kan undercentralen användas som värmeväxlare och tillföra den extra energi som behövs för att komplettera solfångarna, så kallad spetsvärme. Ackumulatortanken till vilken solvärmen förs fungerar som förvärmare (Lorenz och Henning, 2006).

På detta sätt kan man även försäkra sig om att nå tillräckligt höga temperaturer för att döda legionellabakterier. Legionellabakterier dör vid 50°C, vid högre temperaturer dör de snabbare (Boverket, 2000).

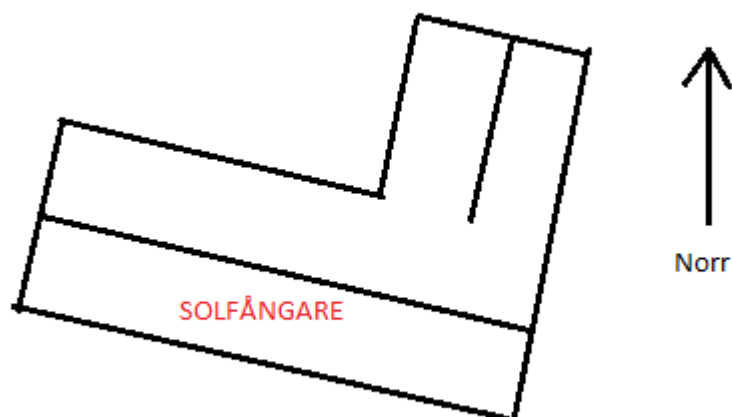


Figur 14a. Systemutformning för värme och tappvarmvatten.



Figur 14b. Systemutformning solfångardel för tappvarmvatten.

I detta projekt Skanskas flerbostadshus på Betesgatan 6, se figur 15, är byggnadens söderfasad är sydsydvästligt orienterad. Den totala takarean är ca $1\,400\text{ m}^2$. Den del av taket som bäst lämpar sig för solfångare då den är sydligt orienterad, är ca 466 m^2 . Takets lutning är 20° .



Figur 15. Huskropp Betesgatan 6.

5. METOD

5.1. SOLFÅNGARE

Den energi man kan tillgodogöra sig med de olika valda solfångarna har beräknats i Microsoft Excel med en mängd olika indata: Referensarea, Byggarea, Verkningsgrad, Lutnings- och riktningskoefficient, Solinstrålning, Utbyte, Energi Varmvatten, Energi Sol, Täckningsgrad, Ackumulatorvolym och Ackumulatortyp.

I anslutning till tabeller och figurer anges vem som är *tillverkare*, vilken *typ* av solfångare det är samt *modell*. Här finns även information om *lutningen* på solfångaren och i vilken *riktning* den orienteras.

Referensarea är den totala arean solfångaryta. Den aktivt arbetande arean. Den har beräknats genom att dividera energibehovet (kWh) för den sommarmånad då energiförbrukningen är som lägst med denna månads utbyte (kWh/m²) (Svenska Solgruppen, 1998).

$$\text{Referensarea} = \frac{\text{Energibehov (kWh) Juni}}{\text{Utbyte Juni}}$$

Byggarea är den totala area som upptas av anläggningen. Den har beräknats utifrån information från SP eller tillverkaren om hur stor area (m²) solfångaren bygger per area solfångaryta (se definition av area i bilaga).

Verkningsgraden. Data för de aktuella solfångarna är hämtade från tester gjorda av Sveriges Tekniska Forskningsinstitut (SP, 2010).

Genom att dividera SPs uppmätta årsutbyte med den totala solinstrålningen, som är 1156 kWh/m² på testorten, får man ett värde på hur stor del av den totala solinstrålningen solfångaren kan tillgodogöra sig.

$$\text{Verkningsgraden} = \frac{\text{Årsutbytet}}{1156 \text{ (kWh)}}$$

Lutnings- och riktningskoefficient. Om solfångaren monteras i någon annan riktning än söder och/eller i någon annan lutning än 45° måste man kompensera för det genom att multiplicera årsutbytet med en lutnings- och riktningskoefficient. Detta på grund av att verkningsgraden minskar vid förändring av den optimala riktningen och lutningen under vilka de testas. Se tabell 3.

Solinstrålning (kWh/m²) har hämtats från tabell under solinstrålning i litteraturstudien. Vald ort är Borlänge. Se tabell 1.

För solfångare placerade med en lutning på 20° har korrigeringar av solinstrålningen gjorts för hur solinstrålningen under året fördelats månadsvis. Detta då solinstrålningen är lägre under vissa månader för solfångare med en lägre vinkel (Kjellsson, 2000).

Utbyte är den mängd energi (kWh) som solfångarna levererar per enhet area (m^2). Detta värde räknas fram genom att multiplicera solinstrålningen för orten, i denna studie Borlänge, med solfångarens verkningsgrad och en omräkningsfaktor för lutning och riktning.

$$\text{Utbytet} = \text{Solinstrålningen} \times \text{Verkningsgrad} \times \text{Lutnings-riktningskoefficient}$$

Energi Varmvatten (VV) är den mängd energi (kWh) som behövs för att tillgodose behovet av varmvatten. Värdena bygger på statistik för hur förbrukningen av vatten sett ut historiskt i byggnaden och antagandet att 35 %, ett allmänt vedertaget schablonvärde, av den totala vattenförbrukningen kommer värmas (Engvall, 2010-03-30).

Vattenförbrukningen är $1,8 \text{ m}^3/\text{m}^2$, bostadsarea (BOA).

Vattnet värms från 8°C till 55°C .

(Beräkningarna har gjorts av David Engvall på ÅF i Borlänge och finns i bilaga 3.)

Energi Sol är den maximala teoretiska mängden energi (kWh) som solfångarna levererar. Det beräknas genom att multiplicera den aktuella referensarean (m^2) på solfångarna med utbytet (kWh/m^2)

$$\text{Energi Sol} = \text{Referensarean} \times \text{Utbytet}$$

Akkumulatorvolym är framräknat genom att multiplicera referensarean med 0,075. I beräkningarna förutsätts att systemet behöver $75 \text{ l}/\text{m}^2$. Se tabell 4.

$$\text{Akkumulatorvolymen} = \text{Referensarean} \times 0,075$$

Energi till tank är den mängd energi (kWh) som i praktiken kan tas till vara på. Valet av ackumulatortank och värmeväxling påverkar hur stor mängd energi som i praktiken kan föras till tank. Beräkningarna utgår ifrån de procentsatser studien på SERC (Svenska Solgruppen, 1998) kom fram till. Se tabell 2.

$$\text{Energi till tank} = \text{Energi Sol} \times \text{Procentsats}$$

Täckningsgrad (TG) är hur stor del av det totala energibehovet för att värma tappvattnet som solfångarna täcker.

$$\text{Täckningsgraden} = \frac{\text{Energi till tank}}{\text{Energi Varmvatten}}$$

5.2. EKONOMISK KALKYL

På det valda alternativet, solfångaralternativ 1, har investeringskalkyler gjorts med *nuvärdesmetoden*, *annuitetsmetoden* och *pay-backmetoden*.

Nuvärdesmetoden, även kallad kapitalvärdesmetoden, är en investeringskalkyl för att beräkna om en investering är lönsam och den kan även användas för att jämföra olika investeringar för att undersöka vilken som är mest lönsam (Aniander m.fl., 2007). Nuvärdet är det beräknade värdet på en investerings framtida in- och utbetalningar, diskonterade efter en viss kalkylränta (avkastningskrav). Det vill säga, man räknar om värdet av framtida in- och utbetalningar till en viss tidpunkt, till början av det år under vilket grundinvesteringen görs. De framtida betalningarna anses vara mindre värda än betalningar som sker idag då pengarna skulle kunna användas på ett sätt så att de förräntas om de var tillgängliga idag. Alla resultat som är positiva, det vill säga ger ett nuvärde större än noll, är lönsamma.

Annuitetsmetoden används för att beräkna den genomsnittliga årliga betalningen för investeringen (Aniander m.fl., 2007). Det vill säga hur mycket den varje år ger eller kostar en investerare. För att beräkna annuiteten används nuvärdet som grund. Även här är alla resultat över noll lönsamma med den valda kalkylräntan.

Pay-backmetoden, eller återbetalningsmetoden, är den enklaste av investeringskalkylerna (Aniander m.fl., 2007). Den går ut på att beräkna hur lång tid det tar innan grundinvesteringen är återbetald.

Kalkylerna är räknade med en ekonomisk livslängd på 20 år och en kalkylränta på 4 %. Till posten kostnader har material- och arbetskostnader förts. Till posten besparingar räknas de minskade utgifterna för fjärrvärme då solenergi utnyttjas istället.

Alla priser är exklusive moms.

Prisuppgifterna för solfångarna med tillbehör har hämtats från Solentek AB (Svesol).

Prisuppgifterna för ackumulatortank och de tillhörande solslingorna har hämtats hos BoRö AB.

Investeringskostnaderna och kostnadsbesparingen är beräknad för ackumulatortank utformad enligt alternativ 6, se tabell 2 och figur 12.

Kostnaden för arbete är en uppskattning från Skanska.

Priset för fjärrvärme är satt till 50 öre/ kWh, leverantör är Borlänge Energi.

De ekonomiska kalkylerna är gjorda utifrån en ökning av energipriset på 5 % per år.

Investeringsbidraget för solenergi är beräknat enligt Boverkets regler.

6. RESULTAT

6.1. ENERGIBERÄKNINGAR

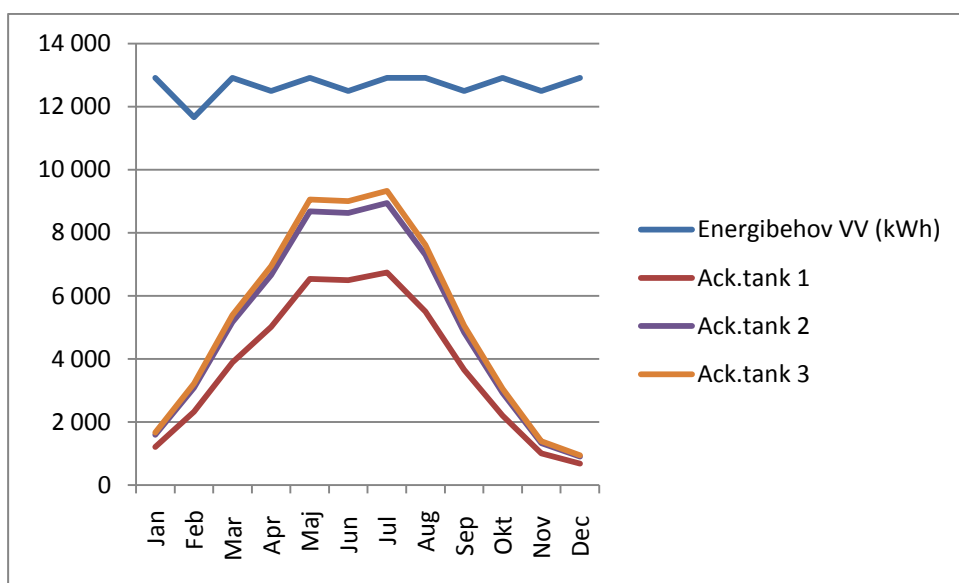
6.1.1. Alternativ 1.

Solfångare: Svesol Favorit Max, Plan Solfångare.

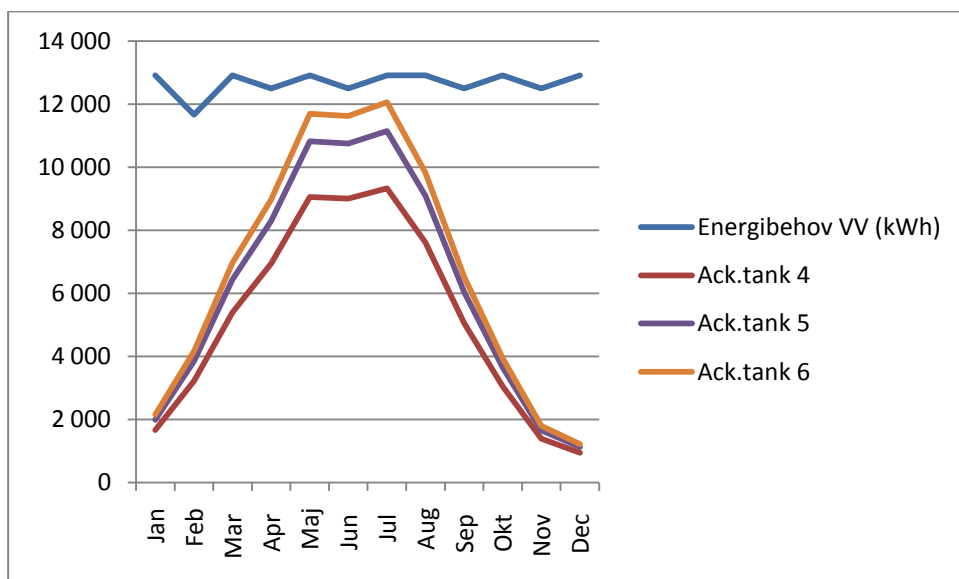
Lutning: 20°

Referensarea: 249 m²

Energibesparing (kWh/år): Varierar utifrån val av utformning på ackumulatortank, se tabell 5.



Figur 16a. Energibehov och levererad energi (kWh) vid olika utformningar av ackumulatortank. Ackumulatortankutformning enligt tabell 3, ack.tank 1, 2 och 3.



Figur 16b. Energibehov och levererad energi (kWh) vid olika utformningar av ackumulatortank. Ackumulatortankutformning enligt tabell 3, ack.tank 4, 5 och 6.

Tabell 5. Levererad energi (kWh/ år) vid olika utformningar av ackumulatortank.

Ack.tank 1	Ack.tank 2	Ack.tank 3	Ack.tank 4	Ack.tank 5	Ack.tank 6
41 729,73	55 372,14	57 779,62	57 779,62	69 014,55	74 632,01

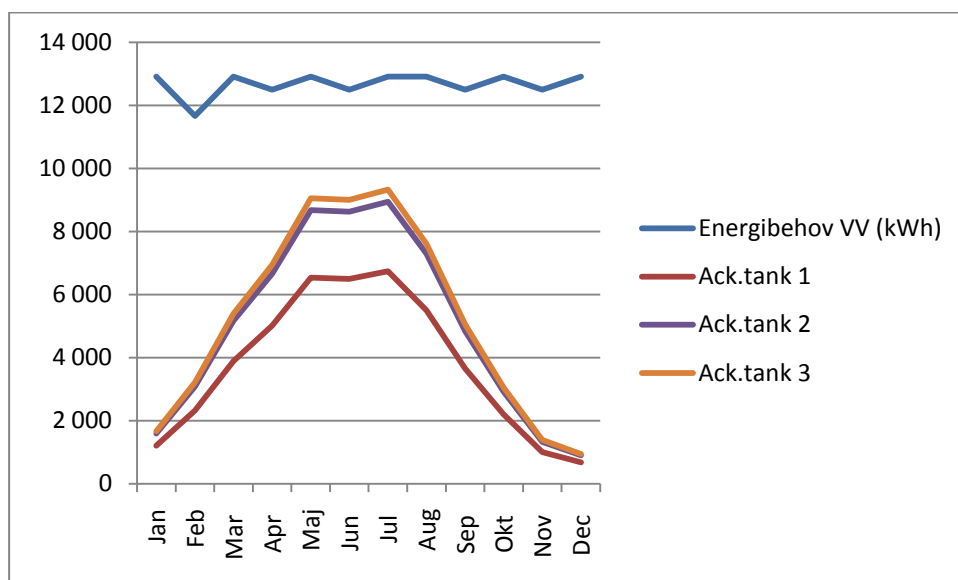
6.1.2. Alternativ 2

Solfångare: Svesol Favorit Max, Plan Solfångare.

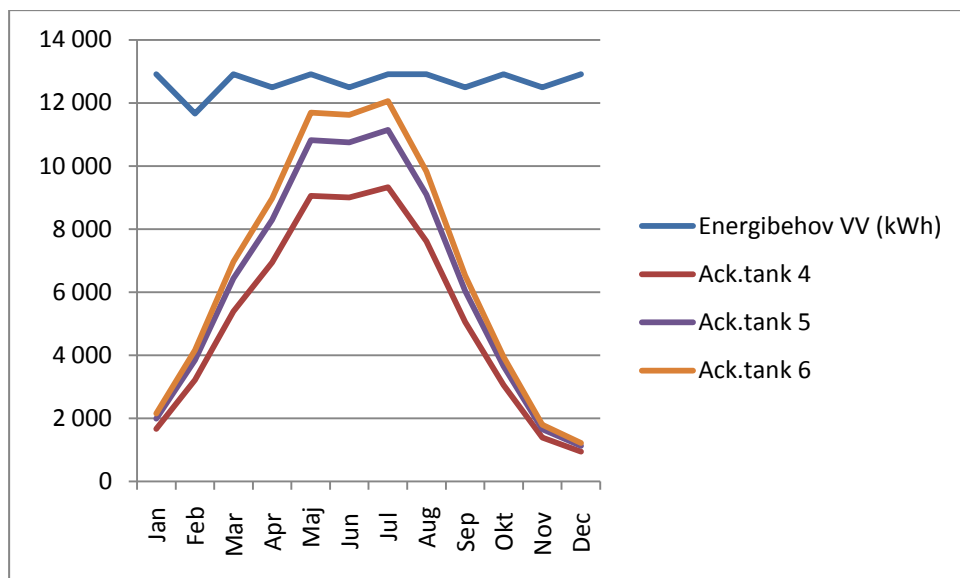
Lutning: 45°

Referensarea: 230,41 m²

Energibesparing (kWh/år): Varierar utifrån val av utformning på ackumulatortank, se tabell 6.



Figur 17a. Energibehov och levererad energi (kWh) vid olika utformningar av ackumulatortank. Ackumulatortankutformning enligt tabell 3, ack.tank 1, 2 och 3.



Figur 17b. Energibehov och levererad energi (kWh) vid olika utformningar av ackumulatortank. Ackumulatortankutformning enligt tabell 3, ack.tank 4, 5 och 6.

Tabell 6. Levererad energi (kWh/ år) vid olika utformningar av ackumulatortank.

Ack.tank 1	Ack.tank 2	Ack.tank 3	Ack.tank 4	Ack.tank 5	Ack.tank 6
45 248,40	60 041,14	62 651,63	62 651,63	74 833,89	80 925,02

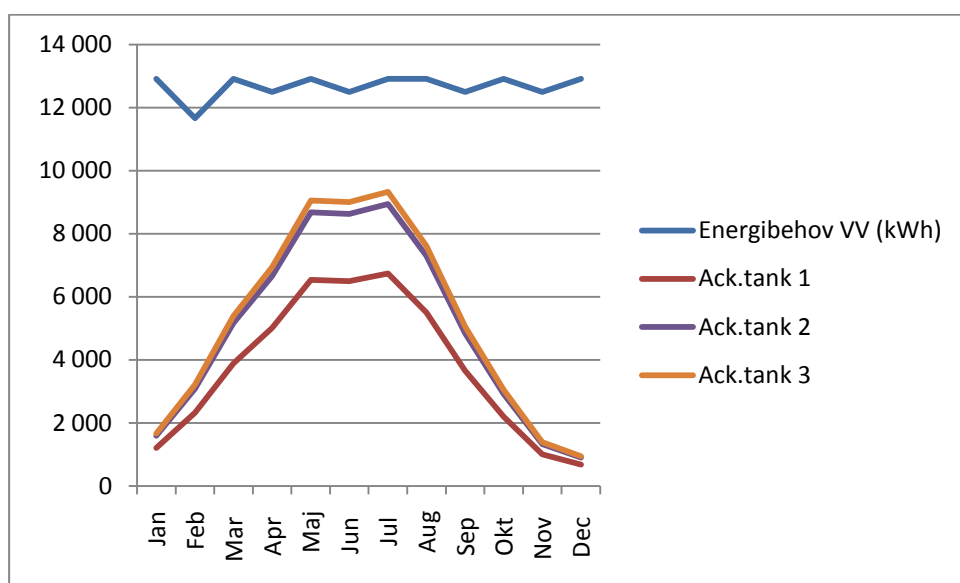
6.1.3. Alternativ 3

Solfångare: Aquasol Big AR, Plan Solfångare.

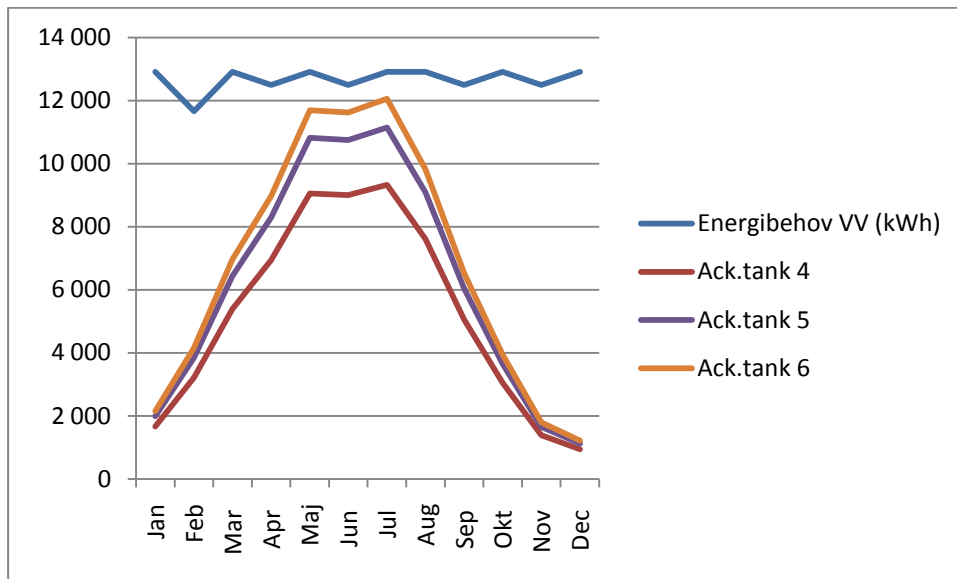
Lutning: 20°

Referensarea: 208 m²

Energibesparing (kWh/år): Varierar utifrån val av utformning på ackumulatortank, se tabell 7.



Figur 18a. Energibehov och levererad energi (kWh) vid olika utformningar av ackumulatortank. Ackumulatortankutformning enligt tabell 3, ack.tank 1, 2 och 3.



Figur 18b. Energibehov och levererad energi (kWh) vid olika utformningar av ackumulatortank. Ackumulatortankutformning enligt tabell 3, ack.tank 4, 5 och 6.

Tabell 7. Levererad energi (kWh/ år) vid olika utformningar av ackumulatortank.

Ack.tank 1	Ack.tank 2	Ack.tank 3	Ack.tank 4	Ack.tank 5	Ack.tank 6
41 729,73	55 372,14	57 779,62	57 779,62	69 014,55	74 632,01

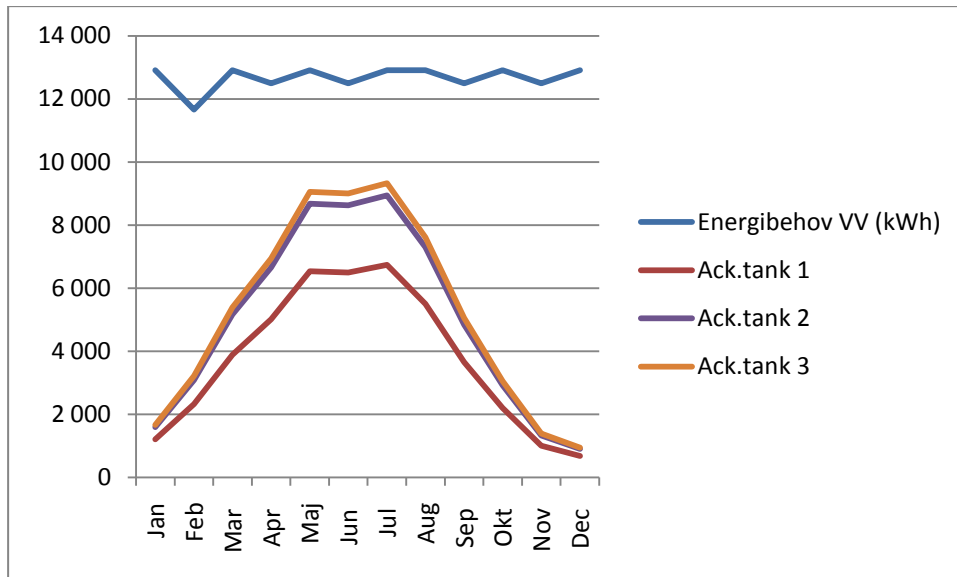
6.1.4. Alternativ 4

Solfångare: Aquasol Big AR, Plan Solfångare.

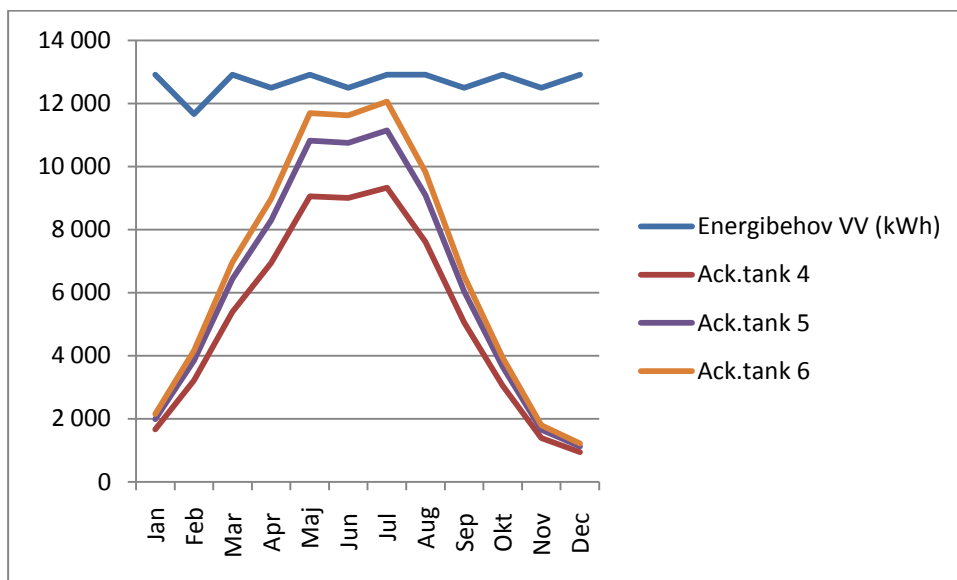
Lutning: 45°

Referensarea: 192,90 m².

Energibesparing (kWh/år): Varierar utifrån val av utformning på ackumulatortank, se tabell 8



Figur 19a. Energibehov och levererad energi (kWh) vid olika utformningar av ackumulatortank. Ackumulatortankutformning enligt tabell 3, ack.tank 1, 2 och 3.



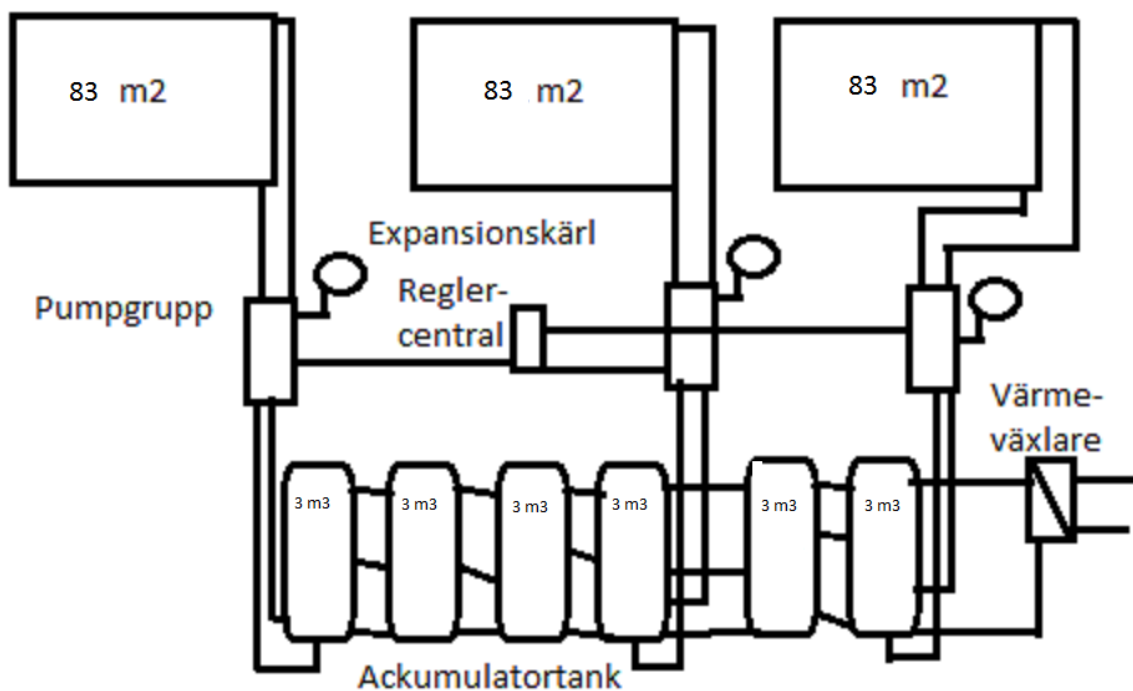
Figur 19b. Energibehov och levererad energi (kWh) vid olika utformningar av ackumulatortank. Ackumulatortankutformning enligt tabell 3, ack.tank 4, 5 och 6.

Tabell 8. Levererad energi (kWh/ år) vid olika utformningar av ackumulatortank.

Ack.tank 1	Ack.tank 2	Ack.tank 3	Ack.tank 4	Ack.tank 5	Ack.tank 6
45 248,40	60 041,14	62 651,63	62 651,63	74 833,89	80 925,02

6.2. SYSTEMUTFORMNING

Det valda systemet på Betesgatan 6 består av 100 stycken plana solfångare, av märket Svesol, fördelat i tre grupper på vardera 83 m². Till varje grupp solfångare finns en pumpgrupp med kapacitet att driva ett system på 100 m² solfångare. I anslutning till varje pumpgrupp finns ett expansionskärl på 24 liter. Samtliga tre pumpgrupper är kopplade till en reglercentral som styr hela systemet. I systemet finns 6 ackumulatortankar på 3 m³. Dessa är parallellkopplade. Efter ackumulatortankarna sitter tre värmeväxlare (Tappvarmvattenautomater). Dessa är parallellkopplade och har en effekt på 342 kW.



Figur 20. Utformning av solvärmesystemet.

6.3. EKONOMI

Investeringskostnaden för det valda alternativet, alternativ 1 med solfångare i 20° lutning från Solentek AB (Svesol) och ackumulatortank utformad enligt alternativ 6, beräknas bli 704 188 kr.

Den årliga besparingen för det valda alternativet beräknas bli 37 316 kr första året och ökar med 5 % per år till följd av stigande energipriser.

Tabell 9. Investeringskostnader.

(Allt räknat exklusive moms)			
Komponent	Kostnad/st	Antal/mängd	Summa
Solfångare	4 400	100 st	440 000
Solkretsarmatur (pumpgrupp)	30 100	3 st	90 300
Reglercentral (styrning)	3 960	1 st	3 960
Frys skydd (Tyfocor)	38,4	300 liter	11 520
Expansionskärl	990	3 st	2 970
Solrör	2800/25m	125 m	14 000
Varmvattenautomat	15 400	3	46 200
Ackumulatortank	23 900	6	143 400
Solslinga 22 mm (15 m)	4 700	6	28 200
Summa material			780 550
Arbetskostnad	400	400	160 000
Investeringsbidrag för solenergi			236 360
Total kostnad			704 188

Besparingen:

$$\text{Besparingen} \left(\frac{\text{kr}}{\text{år}} \right) = \text{Insparad energi (kWh)} \times \text{Energi pris} \left(\frac{\text{kr}}{\text{kWh}} \right)$$

$$\text{Besparingen} = 74\,632 \times 0,5 = 37\,316$$

Investeringsbidraget:

$$Bidraget (kr) = utbyte \left(\frac{kWh}{modul} \right) \times antal\ moduler \times 2,5$$

$$Bidraget = 955 \times 99 \times 2,5 = 236\ 360$$

Nuvärdet:

$$Nuvärdet = a \times NUS(r\ \%, n\ \text{år}) + R \times NUV(r\ \%, n\ \text{år}) - G$$

a = årliga inbetalningsöverskottet

NUS = nusummefaktor (lika varje år)

r = kalkylränta

n = ekonomisk livslängd

R = restvärde

NUV = nuvärdefaktor

G = grundinvestering

$$\begin{aligned} \text{Nuvärdet} = & 37\ 316 * 0,9615 + 39\ 181 * 0,9246 + 41\ 140 * 0,8890 + 43\ 198 * 0,8548 + 45\ 358 \\ & * 0,8219 + 47\ 626 * 0,7903 + 50\ 007 * 0,7599 + 52\ 507 * 0,7307 + 55\ 133 * 0,7026 + 57\ 889 \\ & * 0,6756 + 60\ 784 * 0,6496 + 63\ 823 * 0,6246 + 67\ 014 * 0,6006 + 70\ 365 * 0,5775 + 73\ 883 \\ & * 0,5553 + 77\ 577 * 0,5339 + 81\ 456 * 0,5134 + 85\ 529 * 0,4936 + 89\ 805 * 0,4746 + 94\ 296 \\ & * 0,4564 - 704\ 188 = \mathbf{82\ 923\ kr} \end{aligned}$$

Annuiteten:

$$\text{Annuiteten} = \text{Nuvärdet} \times \text{ANN}(r\ \%, n\ \text{år})$$

ANN = annuitetsfaktor

r = kalkylränta

n = ekonomisk livslängd

$$\text{Annuiteten} = 82\ 923 * 0,0736 = \mathbf{6\ 103\ kr}$$

Pay-back:

$$\begin{aligned} & \text{Pay - back (Återbetalningstid i år)} \\ & = \text{Grundinvesteringen} - (\text{Årliga besparingen} \times \text{antal år}) = 0 \end{aligned}$$

$$704\ 188 - 37\ 316 - 39\ 181 - 41\ 140 - 43\ 198 - 45\ 358 - 47\ 626 - 50\ 007 - 52\ 507 - 55\ 133 - 57\ 889 - 60\ 784 - 63\ 823 - 67\ 014 - 70\ 365 = - 27\ 153\ \text{kr}$$

$$\text{Pay-back} = \mathbf{14\ \text{år}}$$

7. DISKUSSION

Att dagens konsumtion av energi måste förflyttas från icke förnybara energikällor, som till exempel olja och kol, till förnybara energikällor som till exempel vind och sol är uppenbart. De sinande lagren kommer leda till ökade priser vilket hämmar utvecklingen, främst i de fattigare delarna av världen, och de utsläpp som kommer från förbränningen av fossila bränslen bidrar till växthuseffekten. Solen är en energikälla som är mer eller mindre helt ren, det vill säga den genererar inga utsläpp när den används för att till exempel värma byggnader. Den är dessutom i det närmaste outtömlig, dess strålar kommer att värma jorden otaliga generationer framåt i tiden. Den har även den fördelen att den är tillgänglig att utnyttja över hela planeten och att ingen äger den. Nackdelarna med solen som energikälla är de stora variationerna i solinstrålningen. Den kan ej utnyttjas nattetid och vid molnigt väder försämras möjligheterna att utvinna energi ur den. De relativt låga verkningsgraderna på dagens solfångare är även de ett minus.

Fokus i den här studien har legat på att undersöka hur solvärme kan utnyttjas för att värma upp en del av tappvarmvattnet som används i en byggnad och om det skulle kunna vara en god investering.

Resultaten tyder på att man kan producera en ganska stor del av det totala energibehovet med en solvärmeanläggning. Det bör även gå att få god ekonomi i det, vilket investeringskalkylerna visar. Desto dyrare andra energikällor är och ju mer de priserna ökar desto bättre blir en investering i solvärme då solstrålningen är gratis.

Den mängd energi som de olika solfångarna kan producera är beräknad utifrån teoretiska indata. Vissa av dessa, som till exempel mängden solenergi som träffar en ort årligen, är ganska grova och generaliserande vilket gör att resultaten inte bör tolkas som absoluta sanningar utan snarare en välgrundad uppskattning.

Hur stor del av den totala mängden producerad energi man sen kan tillgodogöra sig är väldigt beroende av hur systemet som helhet utformas. Beroende på till exempel val av ackumulatortank kan man få väldigt stora variationer på värmeförlusterna. De beräkningar som gjorts, av den i praktiken tillgängliga mängden energi, får anses vara osäkra. De har gjorts utifrån en undersökning gjord på Centrum för solenergiforskning (SERC) och syftar främst till att visa hur stora variationerna är beroende på systemets utformning. För att på ett mer exakt sätt beräkna detta behövs utförlig data om solvärmesystemets uppbyggnad, alla dess ingående komponenter samt arbetsutförandet.

Troligtvis kan mer rättvisande värden fås genom att göra solenergiberäkningarna med hjälp av någon form av simuleringsprogram, hellre än att räkna för hand. Målet har dock inte varit att detaljprojektera ett solvärmesystem och ett framtida projekt kan mycket väl vara att ta studien ett steg längre och titta mer på hur det tänkta systemet i detalj ska se ut och utifrån det göra mer omfattande beräkningar och simuleringar för att få mer exakta värden.

Det skulle även vara intressant att studera ett kombisystem där man utnyttjar solen för att värma det tappvarmvatten som används i en fastighet och även för att värma upp fastigheten.

Osäkerheter finns även i de ekonomiska kalkylerna. Priserna som använts får ses som färskvaror som påverkas av till exempel konjunktur och inflation. Priser är även ofta en

förhandlingsfråga, de priser som förekommer i denna studie kan med största sannolikhet sänkas.

8. SLUTSATS

Solen är en god energikälla. Den är gratis, oändlig, utsläppsfri och alla har tillgång till sol.

Det är fullt möjligt att utnyttja solvärme för att värma delar av det tappvarmvatten som används i en fastighet.

Det går att göra ekonomiskt goda investeringar i solvärme. Särskilt lönsam kan en investering bli om energipriset på andra energikällor ökar.

Solvärme är i dagsläget inte ett alternativ som till 100 % täcker en byggnads årliga energibehov men det är ett bra komplement till andra energikällor och det går att kombinera med de flesta energikällorna.

De stora variationerna i solinstrålning är ett problem med användandet av solvärme och solenergi. Variationerna över året och även under dygnet ger en ojämn och mindre tillförlitlig produktion av energi.

REFERENSER

Skriftliga källor:

Andrén, Lars (2007). *Solenergi: praktiska tillämpningar i bebyggelse*, Stockholm: Svensk Byggtjänst

Aniander, Magnus, Blomgren, Henrik, Engwall, Mats, Gessler, Fredrik, Gramenius, Jacob, Karlson, Bo, Lagergren, Fredrik, Storm, Peter och Westin, Paul (2007). *Industriell Ekonomi*, Författarna och Studentlitteratur. ISBN:978-91-44-00723-6. Upplaga 1:11.

Aquasol AB, hemsida. <http://www.aquasol.se/Default.aspx> (2010-04-23)

Bokalders, Varis och Block, Maria. (2004) *Byggekologi*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst.

Boverket. (2000) *Har du legionellabakterier i dina vattenledningar?*
Boverket 7147-585-0. Upplaga 1:1

Boverket (2009). *Information om stöd för investeringar i solvärme*. Boverket, Blankett nr: 1168, utgåva 1.

Byggforskningsrådet. (1993) *Solvärme för bostäder*. Stockholm: Byggforskningsrådet. G12:1993

Effecta AB, Hemsida, www.effecta.se (2010-05-04).

Ekonomifakta, Hemsida, 2010-01-12 <http://www.ekonomifakta.se> (2010-05-07)

Energimyndigheten, Hemsida, 2009-07-09 www.energimyndigheten.se (2010-04-02)

Energimyndigheten, Hemsida, 2009-12-02 <http://www.energikunskap.se/> (2010-04-02)

Energi Centrum Ett, hemsida, 2010-01-13, <http://www.vaxjo.se/default.aspx?id=31344>. (2010-04-21)

Eva Jonsborg, Fastighetsägarna, Hemsida. 2009-12-14.
http://www.fastighetsagarna.net/web/Fornya_dina_fastigheter_med_fornybar_energi.aspx (2010-04-22)

IEA, Hemsida. www.iea.org (2010-05-02)

Kjellsson, Elisabeth. (2000) *Potentialstudie för byggnadsintegrerade solceller i Sverige*. Lund: Lunds Universitet. Rapport TVBH-7216

Lorenz, Klaus och Henning, Anette. (2006) *Flexibla värmesystem 2*. Borlänge: Högskolan Dalarna/SERC. ISBN 91-8667-603-2

Lundgren, Marja och Wallin, Fredrik. (2003) *Aktiv solenergi i hus- och stadsbyggnad*. Stockholm: Byggförlaget.

Peterson, Folke och Wettermark, Gunnar. (1978) *Solenergiboken*. Stockholm: Ingenjörsförlaget AB.

Peter Kovacs och Ullrik Petterson (2002). Solvärmda kombisystem en jämförelse mellan vakuumrör och plan solfångare genom mätning och simulering. Borås: SP rapport 2002:20 Solportalen, Hemsida, <http://www.solportalen.fi/> (2010-04-02)

Solar region Skåne, Hemsida, www.solarregion.se (2010-04-23)

SP (2010) *Förteckning över solfångare godkända för Boverkets installationsstöd*. SP

Svenska Solgruppen. (1998) *Solvärme i vårt hus*. Täby: Larssons Förlag

Wikipedia, Hemsida, 2010-04-06. www.wikipedia.org (2010-05-04).

Engvall, David, energitekniker, ÅF, Borlänge, 30 Mars 2010.

Bilaga 1. Beräkning av energibesparing för olika valda lösningar.

Alternativ 1.

Tillverkare	Svesol					
Typ	Plan					
Modell	Favorit Max					
Referensarea (m²)	248,79					
Byggarea (m²)	269					
Lutning	20°					
Riktning	Sydväst					
Verkningsgrad	0,36					
Riktungs- och lutningskoefficient	0,87					
	Solinstrålning (kWh/m²)	korrigeringsfaktor	Solinstrålning 20° (kWh/m²)	Utbyte (kWh/m²)	Energi VV (kWh)	Energi Sol (kWh)
Jan	30	0,75	22,5	7,05	12 914	1 753,23
Feb	58	0,78	45,24	14,17	11 664	3 525,15
Mar	97	0,78	75,66	23,70	12 914	5 895,52
Apr	125	0,92	115	36,02	12 497	8 960,94
Maj	163	0,99	161,37	50,54	12 914	12 574,14
Jun	162	0,99	160,38	50,23	12 497	12 497,00
Jul	168	1	168	52,62	12 914	13 090,76
Aug	137	0,93	127,41	39,90	12 914	9 927,94
Sep	91	0,88	80,08	25,08	12 497	6 239,93
Okt	55	0,75	41,25	12,92	12 914	3 214,25
Nov	25	0,83	20,75	6,50	12 497	1 616,86
Dec	17	0,72	12,24	3,83	12 914	953,76
Totalt	1128		1029,88		152 050	80 249,47

Energi till tank	Energi VV (kWh)			Ack.tank 1	TG	Ack.tank 2	TG	Ack.tank 3	TG
Jan	12 914			911,68	7%	1210	9%	1262,32	10%
Feb	11 664			1833,08	16%	2432	21%	2538,11	22%
Mar	12 914			3065,67	24%	4068	31%	4244,77	33%
Apr	12 497			4659,69	37%	6183	49%	6451,87	52%
Maj	12 914			6538,55	51%	8676	67%	9053,38	70%
Jun	12 497			6498,44	52%	8623	69%	8997,84	72%
Jul	12 914			6807,19	53%	9033	70%	9425,35	73%
Aug	12 914			5162,53	40%	6850	53%	7148,12	55%
Sep	12 497			3244,76	26%	4306	34%	4492,75	36%
Okt	12 914			1671,41	13%	2218	17%	2314,26	18%
Nov	12 497			840,77	7%	1116	9%	1164,14	9%
Dec	12 914			495,95	4%	658	5%	686,70	5%
Totalt	152 050			41729,73	27%	55372,14	36%	57779,62	38%
Energi till tank	Energi VV (kWh)			Ack.tank 4	TG	Ack.tank 5	TG	Ack.tank 6	TG
Jan	12 914			1262,32	10%	1507,77	12%	1630,50	13%
Feb	11 664			2538,11	22%	3031,63	26%	3278,39	28%
Mar	12 914			4244,77	33%	5070,14	39%	5482,83	42%
Apr	12 497			6451,87	52%	7706,41	62%	8333,67	67%
Maj	12 914			9053,38	70%	10813,76	84%	11693,95	91%
Jun	12 497			8997,84	72%	10747,42	86%	11622,21	93%
Jul	12 914			9425,35	73%	11258,05	87%	12174,41	94%
Aug	12 914			7148,12	55%	8538,03	66%	9232,98	71%
Sep	12 497			4492,75	36%	5366,34	43%	5803,13	46%
Okt	12 914			2314,26	18%	2764,25	21%	2989,25	23%
Nov	12 497			1164,14	9%	1390,50	11%	1503,68	12%
Dec	12 914			686,70	5%	820,23	6%	886,99	7%
Totalt	152 050			57779,62	38%	69014,55	45%	74632,01	49%

Alternativ 2.

Tillverkare	Svesol			
Typ	Plan			
Modell	Favorit Max			
Referensarea (m²)	230,41			
Byggarea (m²)	242			
Lutning	45°			
Riktning	Sydväst			
Verkningsgrad	0,36			
Rikttnings- och lutningskoefficient	0,93			
	Solinstrålning (kWh/m²)	Utbyte (kWh/m²)	Energi VV (kWh)	Energi Sol (kWh)
Jan	30	10,04	12 914	2 314,26
Feb	58	19,42	11 664	4 474,23
Mar	97	32,48	12 914	7 482,77
Apr	125	41,85	12 497	9 642,75
Maj	163	54,57	12 914	12 574,14
Jun	162	54,24	12 497	12 497,00
Jul	168	56,25	12 914	12 959,85
Aug	137	45,87	12 914	10 568,45
Sep	91	30,47	12 497	7 019,92
Okt	55	18,41	12 914	4 242,81
Nov	25	8,37	12 497	1 928,55
Dec	17	5,69	12 914	1 311,41
Totalt	1128		152 050	87 016,15
Akkumulatorvolym (m³)	17,28			

Energi till tank							
	Energi VV (kWh)	Ack.tank 1	TG	Ack.tank 2	TG	Ack.tank 3	TG
Jan	12 914	1203,41	9%	1597	12%	1666,27	13%
Feb	11 664	2326,60	20%	3087	26%	3221,45	28%
Mar	12 914	3891,04	30%	5163	40%	5387,60	42%
Apr	12 497	5014,23	40%	6653	53%	6942,78	56%
Maj	12 914	6538,55	51%	8676	67%	9053,38	70%
Jun	12 497	6498,44	52%	8623	69%	8997,84	72%
Jul	12 914	6739,12	52%	8942	69%	9331,09	72%
Aug	12 914	5495,59	43%	7292	56%	7609,28	59%
Sep	12 497	3650,36	29%	4844	39%	5054,34	40%
Okt	12 914	2206,26	17%	2928	23%	3054,82	24%
Nov	12 497	1002,85	8%	1331	11%	1388,56	11%
Dec	12 914	681,94	5%	905	7%	944,22	7%
Totalt	152 050	45248,40	30%	60041,14	39%	62651,63	41%
Energi till tank							
	Energi VV (kWh)	Ack.tank 4	TG	Ack.tank 5	TG	Ack.tank 6	TG
Jan	12 914	1666,27	13%	1990,26	15%	2152,26	17%
Feb	11 664	3221,45	28%	3847,84	33%	4161,04	36%
Mar	12 914	5387,60	42%	6435,18	50%	6958,98	54%
Apr	12 497	6942,78	56%	8292,76	66%	8967,75	72%
Maj	12 914	9053,38	70%	10813,76	84%	11693,95	91%
Jun	12 497	8997,84	72%	10747,42	86%	11622,21	93%
Jul	12 914	9331,09	72%	11145,47	86%	12052,66	93%
Aug	12 914	7609,28	59%	9088,87	70%	9828,66	76%
Sep	12 497	5054,34	40%	6037,13	48%	6528,53	52%
Okt	12 914	3054,82	24%	3648,82	28%	3945,81	31%
Nov	12 497	1388,56	11%	1658,55	13%	1793,55	14%
Dec	12 914	944,22	7%	1127,82	9%	1219,61	9%
Totalt	152 050	62651,63	41%	74833,89	49%	80925,02	53%

Alternativ 3.

Tillverkare	Aquasol					
Typ	Plan					
Modell	Big AR					
Referensarea (m²)	208,29					
Byggarea (m²)	223					
Lutning	20°					
Riktning	Sydväst					
Verkningsgrad	0,43					
Rikttnings- och lutningskoefficient	0,87					
	Solinstrålning 45°(kWh/m²)	korrigeringsfaktor	Solinstrålning 20° (kWh/m²)	Utbyte (kWh/m²)	Energibehov VV	Energi Sol (kWh)
Jan	30	0,75	22,5	8,42	12 914	1 753,23
Feb	58	0,78	45,24	16,92	11 664	3 525,15
Mar	97	0,78	75,66	28,30	12 914	5 895,52
Apr	125	0,92	115	43,02	12 497	8 960,94
Maj	163	0,99	161,37	60,37	12 914	12 574,14
Jun	162	0,99	160,38	60,00	12 497	12 497,00
Jul	168	1	168	62,85	12 914	13 090,76
Aug	137	0,93	127,41	47,66	12 914	9 927,94
Sep	91	0,88	80,08	29,96	12 497	6 239,93
Okt	55	0,75	41,25	15,43	12 914	3 214,25
Nov	25	0,83	20,75	7,76	12 497	1 616,86
Dec	17	0,72	12,24	4,58	12 914	953,76
Totalt	1128		1029,88		152 050	80 249,47

	Energibehov VV (kWh)			Ack.tank 1	TG	Ack.tank 2	TG	Ack.tank 3	TG
Jan	12 914			911,68	7%	1210	9%	1262,32	10%
Feb	11 664			1833,08	16%	2432	21%	2538,11	22%
Mar	12 914			3065,67	24%	4068	31%	4244,77	33%
Apr	12 497			4659,69	37%	6183	49%	6451,87	52%
Maj	12 914			6538,55	51%	8676	67%	9053,38	70%
Jun	12 497			6498,44	52%	8623	69%	8997,84	72%
Jul	12 914			6807,19	53%	9033	70%	9425,35	73%
Aug	12 914			5162,53	40%	6850	53%	7148,12	55%
Sep	12 497			3244,76	26%	4306	34%	4492,75	36%
Okt	12 914			1671,41	13%	2218	17%	2314,26	18%
Nov	12 497			840,77	7%	1116	9%	1164,14	9%
Dec	12 914			495,95	4%	658	5%	686,70	5%
Totalt	152 050			41729,73	27%	55372,14	36%	57779,62	38%
	Energibehov VV (kWh)			Ack.tank 4	TG	Ack.tank 5	TG	Ack.tank 6	TG
Jan	12 914			1262,32	10%	1507,77	12%	1630,50	13%
Feb	11 664			2538,11	22%	3031,63	26%	3278,39	28%
Mar	12 914			4244,77	33%	5070,14	39%	5482,83	42%
Apr	12 497			6451,87	52%	7706,41	62%	8333,67	67%
Maj	12 914			9053,38	70%	10813,76	84%	11693,95	91%
Jun	12 497			8997,84	72%	10747,42	86%	11622,21	93%
Jul	12 914			9425,35	73%	11258,05	87%	12174,41	94%
Aug	12 914			7148,12	55%	8538,03	66%	9232,98	71%
Sep	12 497			4492,75	36%	5366,34	43%	5803,13	46%
Okt	12 914			2314,26	18%	2764,25	21%	2989,25	23%
Nov	12 497			1164,14	9%	1390,50	11%	1503,68	12%
Dec	12 914			686,70	5%	820,23	6%	886,99	7%
Totalt	152 050			57779,62	38%	69014,55	45%	74632,01	49%

Alternativ 4.

Tillverkare	Aquasol			
Typ	Plan			
Modell	Big AR			
Referensarea (m²)	192,90			
Byggarea (m²)	208,6			
Lutning	45°			
Riktning	Sydväst			
Verkningsgrad	0,43			
Rikttnings- och lutningskoefficient	0,93			
	Solinstrålning (kWh/m²)	Utbyte (kWh/m²)	Energi VV (kWh)	Energi Sol (kWh)
Jan	30	12,00	12 914	2 314,26
Feb	58	23,19	11 664	4 474,23
Mar	97	38,79	12 914	7 482,77
Apr	125	49,99	12 497	9 642,75
Maj	163	65,18	12 914	12 574,14
Jun	162	64,78	12 497	12 497,00
Jul	168	67,18	12 914	12 959,85
Aug	137	54,79	12 914	10 568,45
Sep	91	36,39	12 497	7 019,92
Okt	55	21,99	12 914	4 242,81
Nov	25	10,00	12 497	1 928,55
Dec	17	6,80	12 914	1 311,41
Totalt	1128		152 050	87 016,15
Akkumulatorvolym (m³)	14,47			

Energi till tank							
	Energi VV (kWh)	Ack.tank 1	TG	Ack.tank 2	TG	Ack.tank 3	TG
Jan	12 914	1203,41	9%	1597	12%	1666,27	13%
Feb	11 664	2326,60	20%	3087	26%	3221,45	28%
Mar	12 914	3891,04	30%	5163	40%	5387,60	42%
Apr	12 497	5014,23	40%	6653	53%	6942,78	56%
Maj	12 914	6538,55	51%	8676	67%	9053,38	70%
Jun	12 497	6498,44	52%	8623	69%	8997,84	72%
Jul	12 914	6739,12	52%	8942	69%	9331,09	72%
Aug	12 914	5495,59	43%	7292	56%	7609,28	59%
Sep	12 497	3650,36	29%	4844	39%	5054,34	40%
Okt	12 914	2206,26	17%	2928	23%	3054,82	24%
Nov	12 497	1002,85	8%	1331	11%	1388,56	11%
Dec	12 914	681,94	5%	905	7%	944,22	7%
Totalt	152 050	45248,40	30%	60041,14	39%	62651,63	41%
Energi till tank							
	Energi VV (kWh)	Ack.tank 4	TG	Ack.tank 5	TG	Ack.tank 6	TG
Jan	12 914	1666,27	13%	1990,26	15%	2152,26	17%
Feb	11 664	3221,45	28%	3847,84	33%	4161,04	36%
Mar	12 914	5387,60	42%	6435,18	50%	6958,98	54%
Apr	12 497	6942,78	56%	8292,76	66%	8967,75	72%
Maj	12 914	9053,38	70%	10813,76	84%	11693,95	91%
Jun	12 497	8997,84	72%	10747,42	86%	11622,21	93%
Jul	12 914	9331,09	72%	11145,47	86%	12052,66	93%
Aug	12 914	7609,28	59%	9088,87	70%	9828,66	76%
Sep	12 497	5054,34	40%	6037,13	48%	6528,53	52%
Okt	12 914	3054,82	24%	3648,82	28%	3945,81	31%
Nov	12 497	1388,56	11%	1658,55	13%	1793,55	14%
Dec	12 914	944,22	7%	1127,82	9%	1219,61	9%
Totalt	152 050	62651,63	41%	74833,89	49%	80925,02	53%

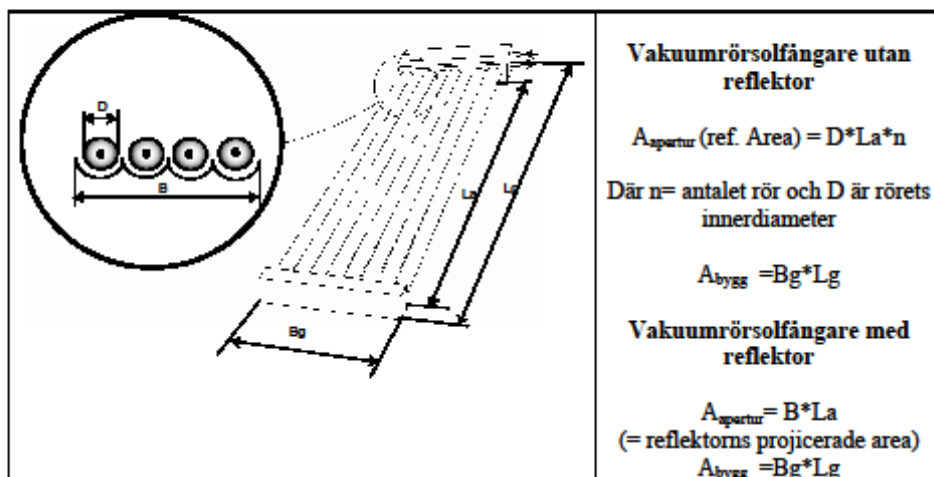
Areadeinitioner på solfångare

För att underlätta jämförelsen mellan olika solfångartyper innehåller SP:s lista över godkända solfångare årsutbytet både per modul (byggarea) och per referensarea (aperturarea) för samtliga solfångare. För boverkets ansökningshandlingar för installationsstödet skall uppgiften om årsutbyte per modul användas tillsammans med antalet moduler.

Vid jämförelse av olika solfångare bör man använda utbytet i kWh/modul då detta tillsammans med kr/modul ger en uppfattning om vilket pris man betalar per kWh. Byggarean eller grossarean är också intressant om man har begränsat utrymme tillgängligt då detta är solfångarens yttermått och alltså talar om hur stor plats en solfångare tar i anspråk på taket.

Av historiska skäl så användes tidigare den så kallade aperturarean när vi på SP redovisade solfångares effektivitet och när investeringsbidraget för solfångare beräknades. I förteckningen över godkända solfångare kallas denna area "ref.area". För en plan solfångare är aperturarean enkelt uttryckt lika med den genomskinliga arean. För en vakuumrörs-solfångare utan reflektor beräknas aperturarean på rördiameter gånger rörlängd gånger antalet rör (mellanrum mellan rör räknas alltså inte) detta medför en förhållandevis liten area och en hög effekt per areaenhet, se figur 1. Ser man enbart till denna areauppgift kommer de flesta vakuumrörsolfångare att uppfattas som betydligt mer "yteeffektiva" än plana solfångare. Energiutbytet per referensarea ger dock en uppfattning om hur effektiv en solfångares aktiva absorberareyta är vilket således är mer intressant för tillverkare och testinstitut än för konsumenter.

Definitionen av aperturarean för vakuumrörsolfångare beror dessutom av om solfångaren har en reflektor bakom rören eller inte, se figur 1, vilket kan förleda en att tro att en solfångare med reflektor är mindre effektiv än samma solfångare utan reflektor. Även här blir jämförelsen enklare och mer rättvisande om man använder byggarean.



Figur 1. Definitionen av arean och vilken area man redovisar påverkar utbytet per kvadratmeter

Bilaga 3. Energiberäkning (David Engvall, ÅF).

Indata

Kravnivå enligt BBR:

Ange referenskrav: BBR 16

Användardata:

Antal boende	111 personer	Antaget 1,5 per/lgh	
belysning (ljuseffekt)	1,00 W/m²		
Vattenförbrukning	1,8 kbm/kvm, BOA		
Andel varmvatten	35%		
Kallvattentemperatur	8,0 °C		
Varmvattentemperatur	55,0 °C		
Uppvärmningssystem	Radiatorer		
Solfaktor, fönster	0,55		
avskärmningsfaktor	0,65		
Nyttofaktor, sol	1,00		
Effektagv. Person	0,050 kW		
Frånvarodygn	18 dygn		
Närvarograd	95% [NVG]		
Användargrad, maskin	100% [AVGM]		

=lästa celler
=redigeras på denna sida
=medräknas ej

Utrustningsdata:

	SFP-värde	ÄV-kapacitet	Pumpeffekt	COP-faktor	Är luftens temp	rad:	förkortning:
F-system	1,10 kW/m³.s	0%	0,05 kW	-	-	-	1 F
FTX-system	2,00 kW/m³.s	80%	0,05 kW	-	varierar	-	2 FTX
FLVP-system	1,00 kW/m³.s	varierar	inkluderat	2,75	4,0 °C	-	3 FLVP

		Verkningsgrad /COP	COP-faktor, årsbasis	Maxeffekt	Temp.gräns	Täcknings- grad	COP, golvvärme	COP, radiatorer	Produkt	Märkeffekt kompressr	Märkeffekt patron	Max eleffekt
1	Fjärrvärmväxlare	100%	-	anpassas		100%			Fjärrvärmväxlare	0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW
2	Elpatron	100%	1,00	anpassas		100%			Elpatron	0,00 kW	9,00 kW	9,00 kW
3	Oljepanna	80%	-	anpassas		100%			Oljepanna	0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW
4	Biobränslepanna	87%	-	anpassas		100%			Biobränslepanna	0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW
5	Pelletspanna	80%	-	anpassas		100%			Pelletspanna	0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW
6	Gaspanna	90%	-	anpassas		100%			Gaspanna	0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW
7	FLVP	320%	3,20	enl. ventflöde		varierar	3,20	3,20	NIBE F750	0,90 kW	9,00 kW	9,90 kW
8	Markvärmepump	330%	3,30	10,0 kW		95%	3,30	2,90	Generell Bergvärmepump	3,00 kW	9,00 kW	12,00 kW
9	Uteluftsvärmepum p, luft - vatten	410%	4,10	9,1 kW		94%	4,10	3,15	IVT Greenline HT Plus C7	3,60 kW	6,00 kW	9,60 kW
10	Uteluftsvärmepum p, luft - luft	290%	2,90	4,7 kW	-20,0 °C	85%	2,90	2,90	IVT Nordic Inverter	2,50 kW	6,00 kW	8,50 kW
Övriga alternativ	Alternativ, mark- värmepump	315%	3,15	9,1 kW		94%	4,10	3,15	IVT Greenline HT Plus 9	3,00 kW	6,00 kW	9,00 kW
		250%	2,50	3,9 kW		90%	2,90	2,50	IVT 495 Twin	2,00 kW	6,00 kW	8,00 kW
		290%	2,90	5,1 kW		90%	3,30	2,90	IVT 695 Twin	3,00 kW	9,00 kW	12,00 kW
		315%	3,15	8,0 kW		96%	4,20	3,15	Nibe F1245-8	3,00 kW	9,00 kW	12,00 kW
Totala energitillskottet. Notera att det varierar beroende med avseende på geografisk placering, ackumulatorns storlek, panelernas verkningsgrad. Tillverkarna har bättre data.												
Solvärme		460 kWh/m²										



Klimatdata:

Valt Område	20.2	(Se flik "Kommunval" för kod)
Län	Dalarna	
Kommun	Övriga utom Älvdalen	
Ungefärlig Latitud	60°	
DUT	-26,0°C	
Klimatzon	II	

Inomhustemperatur:	21,0 °C
Frånluftstemperatur:	22,0 °C
Sidobyggnad, temp	8,0 °C

Antal dagar			31	28	31	30	31	30	31	30	31	30	31	30	31	365 dygn
			Januari	Februari	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Augusti	September	Oktober	November	December	Medel	
Medeltemperatur			-8,5 °C	-7,7 °C	-3,6 °C	2,8 °C	9,0 °C	13,3 °C	15,7 °C	13,8 °C	9,1 °C	3,7 °C	-1,1 °C	-4,9 °C	3,5 °C	
Snitt, belysningstid			7,5 h	7,5 h	7,0 h	6,5 h	5,0 h	4,0 h	3,0 h	3,0 h	5,0 h	6,5 h	7,0 h	8,5 h	5,9 h	
Soltimmar, snitt			55 h	75 h	123 h	170 h	198 h	225 h	215 h	205 h	148 h	90 h	63 h	35 h	134 h	
Längd, ljusa dygnet			7 h	9 h	12 h	17 h	17 h	19 h	18 h	16 h	13 h	10 h	8 h	6 h	13 h	
Antal soldagar, snitt			8,2 dagar	8,3 dagar	10,6 dagar	10,0 dagar	11,5 dagar	11,8 dagar	11,9 dagar	12,9 dagar	11,4 dagar	8,9 dagar	8,3 dagar	6,0 dagar		
Medelhastighet, vind			2,4 m/s	2,6 m/s	2,4 m/s	2,6 m/s	2,6 m/s	3,1 m/s	2,7 m/s	2,6 m/s	2,9 m/s	2,7 m/s	2,5 m/s	2,4 m/s	2,6 m/s	

LATITUD: 60°N

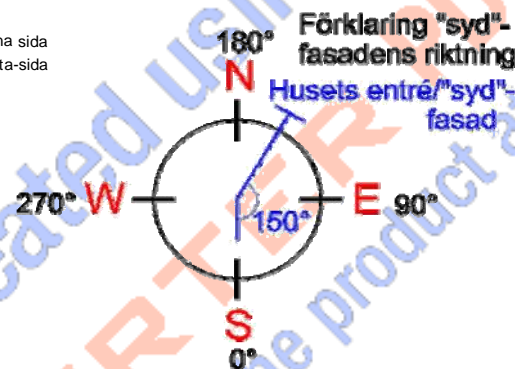
	Riktning	Horisont-avskärmning:	Januari	Februari	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Augusti	September	Oktober	November	December
Solinstrålning [mot vertikal yta, Wh/m²,dygn]	0°	0°	2710	4880	6320	6410	5730	5460	5580	5970	6130	5620	3480	2030
	30°	0°	2360	4280	5740	6370	5980	5820	5890	6070	5760	4960	3040	1770
	60°	0°	1440	2900	4520	5850	6150	6350	6280	5850	4820	3570	1910	1060
	90°	0°	550	1550	3050	4750	5630	6050	5960	5020	3520	2110	840	350
	120°	0°	160	640	1720	3320	4460	5230	4910	3720	2200	1010	270	90
	150°	0°	130	370	900	1990	3050	3870	3510	2380	1230	530	200	80
	180°	0°	130	370	730	1350	2350	3210	2830	1700	900	510	200	80
	210°	0°	130	370	900	1990	3050	3870	3510	2380	1230	530	200	80
	240°	0°	160	640	1720	3320	4460	5230	4910	3720	2200	1010	270	90
	270°	0°	550	1550	3050	4750	5630	6190	5960	5020	3520	2110	840	350
Solinstrålning [mot vertikal yta, Wh/m²,dygn]	0°	10°	200	4020	5970	6390	5710	5430	5560	5940	6080	4870	1810	130
	30°	10°	180	3530	5290	6160	5920	5790	5870	5950	5580	4290	1590	120
	60°	10°	140	2240	3920	5420	5840	6070	6050	5520	4530	2850	990	90
	90°	10°	90	1030	2460	4220	5130	5650	5540	4550	3200	1500	300	60
	120°	10°	70	400	1290	2810	3910	4570	4410	3240	1930	650	160	50
	150°	10°	70	340	730	1640	2570	3180	3020	2020	1070	480	160	40
	180°	10°	70	340	710	1170	1840	2420	2270	1400	880	470	160	40
	210°	10°	70	340	730	1640	2570	3180	3020	2020	1070	480	160	40
	240°	10°	70	400	1290	2810	3910	4570	4410	3240	1930	650	160	50
	270°	10°	90	1030	2460	4220	5130	5650	5540	4550	3200	1500	300	60
Solinstrålning [mot vertikal yta, Wh/m²,dygn]	300°	10°	140	2240	3920	5420	5840	6070	6050	5520	4530	2850	990	90
	330°	10°	180	3530	5290	6160	5920	5790	5870	5950	5580	4290	1590	120



Övrigt	Objektnummer:	Analyserad värmekälla:
Fritt val	Betesgatan 6	Fjärrvärmväxlare

A _{temp} :	6 000,00 m²	BRA:	6 000,00 m²
Riktning, "sydfasad"	0°	Antal lgh:	74
Horisontavskärmning	10°	BOA:	4652
Luftflöde viktat:	2 405 l/s	Grundflöde:	1 850 l/s
Vattenförbrukning:	8 374 m³ /år	Forc. flöde:	2 405 l/s
Varav varmvatten	2931 /år	Forc grad	30%
Internt tillskott	Mellan		
Medräkna personer?	Ja	SFP-värde:	2,00 kW/m³
Solpaneler	Nej	ÄV-grad:	80%
		ev. COP-faktor:	--
		Kompressor/pumpeffekt:	0,05 kW/m³
Läckageflöde, villa	0,60 l/s,m² (vid ett dP på 50 Pa)		
sidobyggnad	1,20 l/s,m² (vid ett dP på 50 Pa)		

	=låsta celler
	=redigeras på denna sida
	=redigeras på Indata-sida
	=medräknas ej
	=resultat

**Ventilation:**

FTX-system

2 FTX

Uppvärmningskälla:	Justerings-faktor BBR	Verknings-grad:	Maxeffekt, prestanda	COP, årsbasis:	Täcknings-grad
Fjärrvärmväxlare	1	100%	anpassas	-	100%
Byggnadsplacering:					
Friliggande	1	1			
Ålder:					
1976 eller nyare	2	1			

Energibehov:		
Fjärrvärmväxlare	74,3 kWh/m²år	445 580 kWh
Sekundärkälla	0,0 kWh/m²år	
Fläkt- och pumpdrift	7,1 kWh/m²år	42 574 kWh
Belysning	12,2 kWh/m²år	73 258 kWh
Övrigt:	0,0 kWh/m²år	
Totalt:	94 kWh/m²år	561 411 kWh

Resultat enl. BBR:	81 kWh/m²år	488 154 kWh
Typ av värmekälla	Ej Elvärme	
Kravnivå BBR 16:	130 kWh/m²år	
Kravnivå BBR 15:	130 kWh/m²år	

Län: Kommun:

Dalarna Övriga utom Älvdalen

Areauppgifter:

Byggnadsdel	Benämning	Area, totalt	Area, syd	Area, väst	Area, nord	Area, öst	U-värde, snitt
	Tak Fläktrum	72,00 m²	18,00 m²	18,00 m²	18,00 m²	18,00 m²	0,13 W/m²K
	Tak Övrig	1 339,00 m²	334,75 m²	334,75 m²	334,75 m²	334,75 m²	0,09 W/m²K
	Vägg Plan 5	744,00 m²	281,00 m²	154,00 m²	192,00 m²	117,00 m²	0,22 W/m²K
	Vägg Plan 1-4	1 718,50 m²	670,25 m²	360,75 m²	412,75 m²	274,75 m²	0,36 W/m²K
	Trapphus Vägg	1 005,00 m²	0,00 m²	0,00 m²	718,00 m²	287,00 m²	0,22 W/m²K
	Fönster/dörrar	946,50 m²	379,50 m²	177,00 m²	276,00 m²	114,00 m²	1,80 W/m²K
	Golv	1 200,00 m²	300,00 m²	300,00 m²	300,00 m²	300,00 m²	0,10 W/m²K
	Köldbrygga Platta	313,00 m²	78,25 m²	78,25 m²	78,25 m²	78,25 m²	0,80 W/m²K
	Totalt:	7 338,00 m²	2 061,75 m²	1 422,75 m²	2 329,75 m²	1 523,75 m²	0,44 W/m²K
	Sidobyggnad, vägg	0,00 m²	0,00 m²	0,00 m²	0,00 m²	0,00 m²	0,30 W/m²K
	Sidobyggnad, tak	0,00 m²	0,00 m²	0,00 m²	0,00 m²	0,00 m²	0,25 W/m²K
	Sidobyggnad, golv	0,00 m²	0,00 m²	0,00 m²	0,00 m²	0,00 m²	0,20 W/m²K
	Totalt:	0,00 m²	0,00 m²	0,00 m²	0,00 m²	0,00 m²	

9,36
120,51
163,68
618,66
221,10
1 703,70
120,00
250,40
3 207,41

Effektförluster

Maximalt effektbehov:	Transmission villa:	143,1 kW
	Transmission sidobyggnad:	0,0 kW
	Tilluft, exkl. ÄV	136,6 kW
	Inkl. ÄV, FTX-system	27,3 kW
	Medeleffekt, tappvarmvatten	34,7 kW
	Batteri ej i driftsatt	
	Märkeffekt el för uppvärmningssystem	0,00 kW
	Erforderlig effekt till primärsystem, DUT:	256,4 kW
	Max effekttillskott, belysning:	6,00 W/m²

Energianalys

		Januari	Februari	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Augusti	September	Oktober	November	December	Totalt:
Energiförbrukare														
Effektbehov medel, transmission		89,79 kW	87,36 kW	74,88 kW	55,40 kW	36,52 kW	23,44 kW	16,13 kW	21,91 kW	36,22 kW	52,66 kW	67,27 kW	78,83 kW	
Effektbehov, medel sidobyggnad		0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW	
Effektbehov medel, uppvärmning tilluft F/FTX-system		17,15 kW	16,68 kW	14,30 kW	10,58 kW	6,97 kW	4,48 kW	3,08 kW	4,18 kW	6,92 kW	10,06 kW	12,85 kW	15,05 kW	
Effektbehov medel, läckageflöde hus		2,44 kW	2,83 kW	2,19 kW	1,77 kW	1,23 kW	1,12 kW	0,59 kW	0,70 kW	1,47 kW	1,94 kW	2,03 kW	2,23 kW	
Effektbehov läckage-flöde, sidobyggnad		0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW	
Transmission hus		66 804 kWh	58 703 kWh	55 708 kWh	39 885 kWh	27 174 kWh	16 874 kWh	12 002 kWh	16 305 kWh	26 079 kWh	39 176 kWh	48 432 kWh	58 651 kWh	465 793 kWh
Transmission sidobyggnad		0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh
Uppvärmning tilluft F/FTX-system		12 757 kWh	11 210 kWh	10 638 kWh	7 617 kWh	5 189 kWh	3 222 kWh	2 292 kWh	3 114 kWh	4 980 kWh	7 481 kWh	9 249 kWh	11 200 kWh	88 949 kWh
Uppvärmning uteluft Läckageflöde villa		1 812 kWh	1 899 kWh	1 628 kWh	1 272 kWh	912 kWh	807 kWh	441 kWh	517 kWh	1 061 kWh	1 440 kWh	1 462 kWh	1 659 kWh	14 909 kWh
Uppvärmning luft totalt hus		14 569 kWh	13 109 kWh	12 266 kWh	8 889 kWh	6 101 kWh	4 029 kWh	2 733 kWh	3 631 kWh	6 041 kWh	8 921 kWh	10 711 kWh	12 859 kWh	103 858 kWh
Uppvärmning luft sidobyggnad		0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh
Varmvatten		12 914 kWh	11 664 kWh	12 914 kWh	12 497 kWh	12 914 kWh	12 497 kWh	12 914 kWh	12 914 kWh	12 497 kWh	12 914 kWh	12 497 kWh	12 914 kWh	152 051 kWh
Belysning		7 957 kWh	7 187 kWh	7 427 kWh	6 674 kWh	5 305 kWh	4 107 kWh	3 183 kWh	3 183 kWh	5 134 kWh	6 896 kWh	7 187 kWh	9 018 kWh	73 258 kWh
Fläktdrift		3 579 kWh	3 232 kWh	3 579 kWh	3 463 kWh	3 579 kWh	3 463 kWh	3 579 kWh	3 579 kWh	3 463 kWh	3 579 kWh	3 463 kWh	3 579 kWh	42 136 kWh
Pumpdrift		37 kWh	34 kWh	37 kWh	36 kWh	37 kWh	36 kWh	37 kWh	37 kWh	36 kWh	37 kWh	36 kWh	37 kWh	438 kWh
-		0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh
Elbehov övrigt														0 kWh
Energitillskott														
Tillskott, belysning		6 366 kWh	5 750 kWh	5 941 kWh	5 339 kWh	4 244 kWh	3 286 kWh	2 546 kWh	2 546 kWh	4 107 kWh	5 517 kWh	5 750 kWh	7 215 kWh	58 606 kWh
"Söder"		0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh
"Öster"		76 kWh	881 kWh	2 665 kWh	4 330 kWh	6 044 kWh	6 865 kWh	6 752 kWh	6 019 kWh	3 754 kWh	1 371 kWh	257 kWh	37 kWh	39 051 kWh
Tillskott, sol "Norr"		147 kWh	727 kWh	1 925 kWh	3 003 kWh	5 423 kWh	7 356 kWh	6 921 kWh	4 633 kWh	2 583 kWh	1 075 kWh	342 kWh	62 kWh	34 198 kWh
"Väst"		0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh
Totalt:		223 kWh	1 608 kWh	4 590 kWh	7 333 kWh	11 467 kWh	14 221 kWh	13 673 kWh	10 652 kWh	6 337 kWh	2 446 kWh	599 kWh	99 kWh	73 249 kWh
Återvunnet ur frånluft FTX-system		52 758 kWh	46 403 kWh	44 282 kWh	32 140 kWh	22 487 kWh	14 564 kWh	10 898 kWh	14 184 kWh	21 594 kWh	31 655 kWh	38 669 kWh	46 531 kWh	376 164 kWh
Personer		3 926 kWh	3 546 kWh	3 926 kWh	3 799 kWh	3 926 kWh	3 799 kWh	3 926 kWh	3 926 kWh	3 799 kWh	3 926 kWh	3 799 kWh	3 926 kWh	46 220 kWh
Solpaneler		0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh
Tillskott, övrigt		0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh
SUMMA NYTTOTILLSKOTT HUS		10 515 kWh	10 903 kWh	14 457 kWh	16 471 kWh	19 636 kWh	20 904 kWh	14 735 kWh	17 124 kWh	14 243 kWh	11 889 kWh	10 147 kWh	11 239 kWh	172 264 kWh
SUMMA TILLSKOTT SOLPANEL		0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh
Energibehov														
Fjärrvärmväxlare -		83 772 kWh	72 572 kWh	66 430 kWh	44 800 kWh	26 553 kWh	12 497 kWh	12 914 kWh	15 725 kWh	30 374 kWh	49 122 kWh	61 492 kWh	73 185 kWh	549 438 kWh
-		0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh
Fläkt och pumpdrift		3 616 kWh	3 266 kWh	3 616 kWh	3 499 kWh	3 616 kWh	3 499 kWh	3 616 kWh	3 616 kWh	3 499 kWh	3 616 kWh	3 499 kWh	3 616 kWh	42 574 kWh
Belysning		7 957 kWh	7 187 kWh	7 427 kWh	6 674 kWh	5 305 kWh	4 107 kWh	3 183 kWh	3 183 kWh	5 134 kWh	6 896 kWh	7 187 kWh	9 018 kWh	73 258 kWh
Elbehov, övrigt		0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh
SUMMA ENERGIBEHOV														665 270 kWh